

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

САМОДЕЛЬНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ С НИМИ

И.Д.НОВИКОВ, В.А.ШИШАКОВ



И. Д. НОВИКОВ, В. А. ШИШАКОВ

САМОДЕЛЬНЫЕ
АСТРОНОМИЧЕСКИЕ
ИНСТРУМЕНТЫ
И НАБЛЮДЕНИЯ
С НИМИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1965

522.1

Н 73

УДК 522.0 (023)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Любителей астрономии очень много и многие из них желают сами наблюдать небесные светила. В этой книге мы рассказываем о способах изготовления самодельных астрономических приборов и инструментов и о способах их использования для ряда наиболее интересных, легко доступных наблюдений.

Будучи полезным развлечением, эти наблюдения вообще-то могут доставлять удовольствие только самим наблюдателям.

Многие наблюдатели, приобретя некоторый навык, пожелают и сумеют проводить более серьезные наблюдения при помощи несколько более сложных самодельных же приборов.

Человек, серьезно и вдумчиво знакомящийся с астрономией, не может не полюбить эту науку, которую нередко называли «царицей наук», «матерью цивилизации». Именно она, будучи древнейшей наукой, положила начало прогрессу человеческой мысли и развитию научных знаний. Астрономия начала освобождать людей от страхов и суеверий, порождавшихся непонятными и на первый взгляд сверхъестественными явлениями природы, от религиозной слепоты; она открыла людям глаза на естественную закономерность и познаваемость даже таких явлений, которые казались загадочными, необъяснимыми, недоступными уму человека.

Научное мировоззрение, которым непременно должен обладать каждый образованный человек, немисливо без правильных представлений о строении вселенной и о природе небесных явлений.

Несмотря на свое как будто совершенно «неземное» содержание и направление, астрономия глубоко важна в практическом отношении. Известно, что она и возникла из-за необходимости ориентироваться на местности и определять время. Эти же практические нужды — определение, хранение и сообщение точного времени, вождение морских судов и самолетов, составление точных географических карт — астрономия продолжает удовлетворять и теперь. На основе астрономических знаний были созданы всякого рода приборы и приспособления (механические часы, календари и т. п.). Поэтому о практическом значении астрономии просто забывают или не знают, хотя без астрономии обходиться нельзя.

Для своих научных исследований астрономы используют данные и методы ряда смежных наук (математики, физики, химии, биологии и др.), а для создания своих инструментов и приборов — различные достижения техники. В свою очередь астрономия способствует развитию ряда наук и разделов техники, обогащая их новым конкретным содержанием (математика, механика, оптика и т. п.).

Авторы будут считать свою задачу выполненной, если предлагаемая книга пробудит у читателей интерес к астрономии и к самостоятельным любительским наблюдениям.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ТЕЛЕСКОП

1. Чему служат телескопы

Телескопы описываемого в этой книге вида представляют собой круглые трубы. На одном конце трубы телескопа помещается *объектив* — одна линза или система линз, на другом — *окуляр* (в простейшем случае лупа). Объектив имеет назначение собрать возможно больше света от удаленных объектов и создать их изображение вблизи глаза (внутри трубы). В окуляр полученное изображение рассматривается, как в обыкновенную лупу.

Во сколько раз площадь объектива больше площади зрачка глаза, во столько раз больше света соберет объектив. Поэтому телескоп позволяет увидеть значительно более слабые небесные объекты, чем мы видим простым глазом.

2. Будем изготовлять телескоп-рефрактор

Делая телескоп, надо заботиться о том, чтобы можно было:

1) получать при помощи объектива возможно более ясное, неискаженное (вследствие, например, неправильного положения или плохого качества объектива), четкое изображение наблюдаемого объекта;

2) удобно рассматривать это изображение в окуляр и

3) без затруднений быстро и точно наводить телескоп на наблюдаемый объект.

Объектив и окуляр заключены в сплошную круглую трубу, объединяющую их в одну оптическую систему. В этой системе объектив и окуляр должны находиться друг от друга на некотором определенном расстоянии и хорошо взаимно сцентрированы.

Телескопы, в которых свет проходит сквозь объектив, называются *рефракторами*.

Существуют телескопы и другого типа — *рефлекторы*. В них изображение объекта создается не преломлением лучей в линзах, а путем отражения от вогнутого зеркала. Такие отражательные телескопы любителям-астрономам изготовлять довольно сложно: надо самому шлифовать вогнутое зеркало и серебрить или алюминировать его, чтобы оно хорошо отражало свет любой частью своей поверхности. Для телескопа-рефрактора можно, как мы увидим далее, брать готовые линзы, имеющиеся в продаже. Поэтому здесь мы будем говорить только об изготовлении телескопа-рефрактора. Тех же, кто захочет изготовить телескоп-рефлектор, мы отсылаем к книге М. С. Навашина «Телескоп астронома-любителя», Физматгиз, 1962.

Во второй главе нашего пособия описано изготовление специально для наблюдений Солнца простого телескопа-рефлектора из готовой вогнуто-выпуклой линзы.

3. Объектив телескопа

Объектив — это круглое двояковыпуклое или вогнуто-выпуклое стекло — линза, а в хороших современных телескопах — две и даже три различных линзы. Сложные объективы делаются для того, чтобы **освободиться от некоторых недостатков простых объективов и получить более четкие изображения**. Объектив помещается в передней части трубы телескопа-рефрактора. Через него прежде всего проходят **лучи от объекта наблюдения**. Отсюда становится понятным название «объектив».

Прямая линия, проходящая через центры кривизны поверхностей линзы, называется оптической осью (а b на рис. 1). Лучи, идущие от звезды, можно считать параллельными. Если такой пучок лучей падает на объектив параллельно оптической оси, то, пре-

ломляясь, он сходится в одну точку — *фокус* (F) линзы. Расстояние этой точки от объектива называется *фокусным*; оно зависит от кривизны и материала, из которого изготовлен объектив. Если же объект имеет заметные угловые размеры (например, Луна), то линза дает изображение каждой его точки, причем они не сольются в фокусе, а создадут изображение Луны на некоторой площадке.

Но даже при очень высоком оптическом качестве стекла параллельный пучок света при прохождении

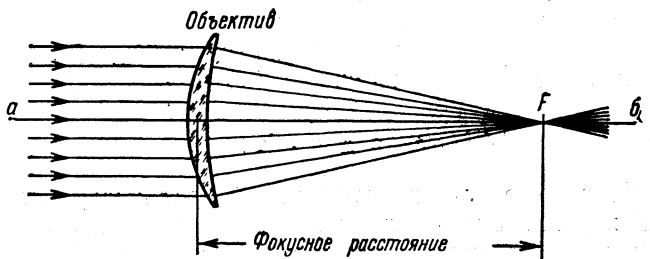


Рис. 1. Ход лучей через объектив.

через объектив не сойдется идеально точно, а создаст размытое изображение объекта. Главные причины этого таковы:

1. Лучи света, идущие через части объектива, более близкие к центру, создают изображение, более далекое от поверхности объектива, а те, которые проходят через краевые части объектива, создают изображение, более близкое к объективу. Поэтому изображение в целом будет в некоторой степени размытым. Это явление называется *сферической аберрацией*.

2. Известно, что белый свет является смесью цветных лучей. Он распадается на составляющие его цветные лучи при прохождении через преломляющую среду — через дождевые капли (в результате появляется радуга), граненое стекло (призмы) и т. д.

Линза как бы состоит из множества призм. Поэтому при прохождении через объектив белые лучи подвергаются подобному разложению. Зеленые, синие, фиолетовые лучи, преломляющиеся больше,

будут сходиться ближе к объективу, чем красные лучи, подвергающиеся меньшему преломлению. В результате будут создаваться разноцветные изображения, и поэтому общая картина будет иметь более или менее выраженную радужную окраску. Это явление называется *хроматической аберрацией*.

Мы говорим об этих двух видах аберраций для того, чтобы предостеречь от ненужных огорчений всех тех любителей астрономии, которые, естественно, стремятся иметь наилучшие изображения небесных светил при наблюдениях в свои самодельные телескопы. Это тем более надо иметь в виду при конструировании таких простых инструментов, как телескопы с объективами из очковых стекол.

4. Стекла для объектива

Некоторые люди отличаются дальновзоркостью: они хорошо видят удаленные предметы и хуже — близкие. Для исправления этого недостатка зрения пользуются очками со стеклами, называемыми латыни «конвекс», что означает «выпуклый». Вот такое стекло диаметром 4—5 см и можно взять в качестве объектива для самодельного телескопа.

Нужно приобрести очковое стекло конвекс, лучше круглое, с краями, еще совсем не обточенными (необточенное стекло имеет больший диаметр).

Самым подходящим было бы стекло с оптической силой в плюс одну диоптрию. Это обозначение указывает, что стекло имеет фокусное расстояние в один метр.

Фокусное расстояние данного стекла можно узнать следующим образом: поместите стекло на пути лучей Солнца перед каким-нибудь экраном (например, перед стеной, перед листом бумаги и т. п.) и, приближая стекло к экрану или отодвигая от него, следите за тем, чтобы изображение Солнца, получающееся на экране, становилось наименьшим и наиболее ярким, отчетливо обрисованным. В этом случае расстояние от стекла до экрана и будет фокусным расстоянием данного стекла.

Если очковое стекло в одну диоптрию достать не удастся, можно сделать телескоп с объективом в

+0,5; +0,75; +1,25; +1,5 или +2 диоптрии. Соответственно будет меняться и длина телескопа.

Заметьте, что фокусное расстояние очкового стекла с известной оптической силой можно узнать, разделив единицу на величину его оптической силы. Расстояние будет выражено в метрах. В указанных случаях мы будем иметь фокусные расстояния, равные 2 м, 1,33 м, 80 см, 67 см, 50 см соответственно.

Стекла с фокусным расстоянием более 2 м (менее 0,5 диоптрии) или менее 50 см (более 2 диоптрий) брать не рекомендуется: в первом случае телескоп будет очень длинен и с ним будет трудно работать, во втором же сможет давать лишь очень небольшие увеличения.

5. Окуляр

Изображение объекта (например, Луны), полученное при помощи объектива, рассматривается через окуляр (от латинского слова «окулус» — глаз) (рис. 2).

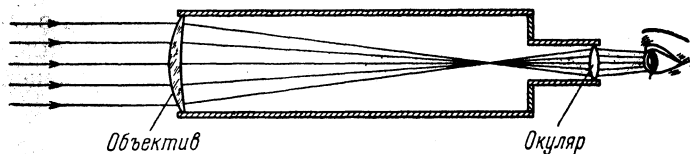


Рис. 2. Ход лучей к глазу через окуляр.

Окуляры в зависимости от их устройства бывают разной силы, то есть могут давать разные увеличения. Однако окуляры, дающие крупные увеличения (в сотни раз), можно применять только при получении очень четкого, ясного изображения объекта с помощью достаточно большого и хорошего объектива.

Небольшой по размерам объектив собирает мало света и дает не очень яркое изображение наблюдаемого предмета. Если мы такое слабое изображение будем рассматривать в сильный окуляр, дающий большое увеличение, наблюдаемая картина получится совсем неудовлетворительной, неясной.

В самодельном телескопе, описываемом здесь, объектив заведомо будет невысокого качества. Поэтому

с таким телескопом совсем не следует стремиться получать сколько-нибудь значительные увеличения.

Для окуляра можно взять небольшую лупу, лучше всего такую, какой пользуются часовые мастера. Такие лупы, имеющие вид коротких трубочек, особенно удобны для простейшего самодельного телескопа. Можно, конечно, брать и иные подходящие лупы с фокусным расстоянием в 2—5 см. Окуляры с фокусным расстоянием, меньшим 2 см, к работе с такой слабой трубой непригодны: увеличение будет излишне велико; при фокусном же расстоянии, большем 5 см, окуляры будут давать очень небольшое увеличение.

Увеличение, которое может быть получено с данными объективом и окуляром, узнается путем деления фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние окуляра. Так, окуляр с фокусным расстоянием в 2 см даст при объективе с фокусным расстоянием 100 см (очковое стекло в одну диоптрию) увеличение в 50 раз ($100 : 2$), а при объективе с фокусным расстоянием 50 см — увеличение в 25 раз.

Окуляр надо приспособить к окулярной части трубы. Один из способов укрепления круглой лупы в окулярной части трубы аналогичен тому, который далее рекомендуется для крепления объектива в главной трубе.

6. Материалы для трубы

Трубу телескопа можно сделать из любого материала. У Галилея (он впервые в истории науки начал наблюдать небесные тела в телескоп в 1610 г.) трубки телескопа были свинцовыми. Трубы современных телескопов заводского изготовления делаются из легких прочных сплавов. При изготовлении самодельного телескопа можно использовать подходящие трубки из жести, алюминия и т. п. Важно, однако, чтобы телескоп при достаточной прочности его трубы был не очень тяжел.

Проще всего трубку нужного диаметра сделать из бумаги. Бумага пригодна почти всякая, если листы ее достаточно велики. Пригодна даже газетная или оберточная бумага. При наличии больших листов бумаги можно изготовить достаточно длинные трубки,

из малых же листов придется делать составные трубки, скрепляя их муфтами.

Обычная газетная или оберточная бумага шероховата и легко разрушается, изнашивается, особенно от трения. Кроме того, она очень гигроскопична — легко впитывает влагу. Для удлинения срока ее службы наружные поверхности трубок надо покрыть лаком или масляной краской, а на внутренние и трущиеся части пустить гладкую глянцевую бумагу или гладкий нетолстый картон.

Для работы будет нужен клей. Очень хорош канцелярский казеиновый клей, но он обычно густ и его довольно трудно размазывать на большом листе. Поэтому его придется разбавить теплой водой. Вполне пригодны клейстеры из картофельной муки или из пшеничной муки грубого помола. Можно использовать даже столярный или малярный клей, но такой клей неудобен: он должен быть все время горячим (остывая, он быстро засыхает, да и портит бумагу).

Еще понадобится небольшое количество туши или хорошей сажи и несколько капель древесного спирта.

Все, что мы будем говорить дальше об устройстве телескопа, предполагает, что мы делаем телескоп с объективом в одну диоптрию. А окуляром его будет небольшая лупа, помещенная в коротенькой трубчечке, которую можно плотно вложить в окулярную трубку.

7. Окулярная трубка

Изготовление телескопа начнем с окулярной трубки. Для этой поделки нам понадобится ровная палка длиной около семидесяти сантиметров. Она должна быть толщиной, как та трубочка, в которую заключено окулярное стекло. Палку меньшего диаметра, если это нужно, можно сделать более толстой, накатав на нее бумагу и заклеив ее последние обороты. Накатывая на эту палку нужное количество слоев бумаги и промазывая при этом слои бумаги (конечно, не все, а только некоторые, иначе трубка будет иметь неприятный вид) клеим, мы и получим трубку нужного нам диаметра и толщины. При проклеивании надо все время разглаживать бумагу и следить за

ее ровным накатыванием, чтобы не было складок и перекосов.

Ту часть бумаги, которая идет на самую внутреннюю часть окулярной трубки, надо заранее зачернить, лучше всего сажей. Сажу надо развести в небольшом количестве спирта (денатурата). Можно добавить к этой жидкой каше немного клея или, если найдется, спиртового (не масляного!) лака. Лака или клея надо очень немного, иначе зачерненная поверхность будет блестеть. Но вместе с тем нанесенный слой сажи не должен осыпаться и смазываться. Если нет сажи, можно зачернить тушью.

Чернение внутренней части трубки делается для того, чтобы устранить при наблюдениях даже небольшое отражение света от внутренних стенок трубы. Если этого не сделать, рассеянное освещение внутри трубки будет в некоторых случаях мешать наблюдениям.

Длина окулярной трубки должна быть около 50 см, а ее наружный диаметр миллиметра на два меньше диаметра очкового стекла, предназначенного для объектива.

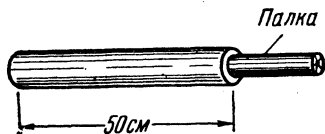


Рис. 3. Изготовление окулярной трубки (№ 1).

Закончив накатывание окулярной трубки, аккуратно проклеим последние слои бумаги, употребив по возможности на эту «облицовку» более гладкую бумагу.

Не снимая пока трубки с палки, на которую мы накатывали бумагу, дадим ей хорошо просохнуть. Затем аккуратно заровняем ее концы. Окулярная трубка (трубка № 1) готова (рис. 3). В один из концов трубки вставляется лупа.

8. Главная труба

На просохшую и затвердевшую окулярную трубку будем накатывать новые листы бумаги. Главную трубу (№ 2) сделаем длиной в 70 см. Ту часть бумаги, которая образует внутреннюю полость этой трубы, надо также зачернить, а следующие слои накатывать и проклеивать таким же образом, как и при устройстве окулярной трубки. Внешний диаметр главной

трубы должен точно равняться поперечнику объектива или кольца, в котором он закреплен. Окулярная трубка должна входить в главную трубу и выдвигаться из нее с легким трением; она не должна в ней качаться. При аккуратной работе можно хорошо пригнать обе трубки друг к другу.

Если окулярная трубка будет слишком свободно входить в объективную, «вихлять» в ней, ее можно утолщить, накатав еще нужное число слоев бумаги или наклеив полоску бумаги вдоль всей трубки.

9. Как вставить объектив

На трубу № 2 нужно накатать еще несколько полосок бумаги шириной сантиметров в пятнадцать, чтобы таким образом получить муфту — третью, еще более толстую, плотную, но короткую трубку (№ 3).

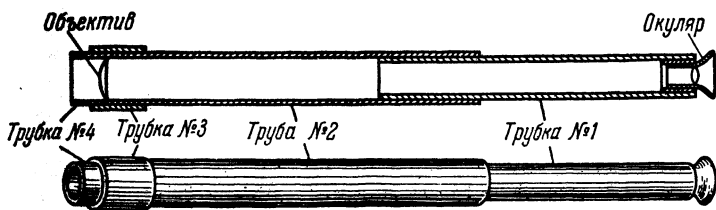


Рис. 4. Телескоп собран.

Вслед за этим накатаем бумагу еще раз на окулярную трубку и получим четвертую, коротенькую трубочку (№ 4) длиной в 6 см, а толщиной, как труба № 2. Трубку № 4 внутри надо зачернить.

Насадим трубку № 3 на трубу № 2 и вложим в нее очковое стекло — объектив. Вложим теперь трубку № 4 в трубку № 3. Сдвинем трубу № 2 и трубку № 4 плотнее, так, чтобы объектив был зажат между ними. Теперь стекло никуда не сдвинется. Очень важно, чтобы объектив был помещен точно поперек трубы, без малейшего перекоса. Это можно обеспечить очень ровным обрезом краев трубок в плоскости, перпендикулярной их осям. Вложим теперь окулярную трубку в главную трубу. Телескоп готов (рис. 4).

10. Если очковое стекло не круглое...

Очень часто очковые стекла обтачивают фигурно, по форме применяемых оправ. Скажем еще раз: лучше, если удастся, применить для объектива стекло круглое, еще не обточенное по какой-либо форме. Но и фигурное стекло вполне пригодно. Такое стекло надо заключить в круглую картонную оправу. Для этого вырежем два одинаковых кружочка из не очень толстого, но плотного картона диаметром, равным диаметру нашей главной трубы (№ 2). Через центр каждого кружка проведем два взаимно перпендикулярных

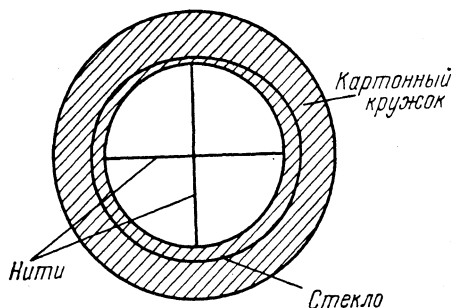


Рис. 5. Фигурное стекло в картонном кольце с нитями.

диаметра. Как можно ровнее вырежем в них внутренние круглые отверстия диаметром, немного меньшим поперечника фигурного очкового стекла, которому мы предназначаем быть объективом в нашем телескопе. К картонным кружкам прикрепим пластилином по две взаимно перпендикулярные нити, перекрестие которых будет находиться в центре вырезов. Теперь с наибольшей аккуратностью закрепим между двумя получившимися кольцами очковое стекло так, чтобы его центр оказался в центре обоих круглых вырезов (рис. 5).

Центр стекла определим так: положим стекло на белую бумагу и аккуратно обведем его карандашом. На полученном чертеже наметим на глаз центр этой геометрической фигуры. Кладя теперь стекло снова на чертеж, мы будем видеть, где должен находиться

центр стекла. После этого наложим на стекло вырезанное ранее картонное кольцо так, чтобы натянутые на нем нити были сверху, а их перекрестие совпало с точкой, отмечающей на чертеже центр стекла. Захватив пальцами стекло и картонное кольцо так, чтобы они не могли сдвинуться друг относительно друга, перевернем их и положим на стол. Стекло теперь будет лежать на кольце, а его центр будет совпадать с центром выреза. Обведем аккуратно стекло по кольцу карандашом. В таком положении мы его затем и закрепим.

Так как очковое стекло «конвекс» имеет выпуклость, надо позаботиться о том, чтобы кольца, между которыми оно будет помещено, хорошо прилегали друг к другу, не искривлялись и не позволяли стеклу смещаться. Это можно осуществить, положив на нижнее кольцо у краев стекла три-четыре небольших кусочка разогретого вара так, чтобы эти кусочки закрепили стекло в нужном положении. После этого можно для плотного соприкосновения обоих колец без прогибов положить между ними какие-либо прокладки (кусочки картона или бумаги), приклеив эти прокладки в нужных положениях.

Верхний кружок наложим так, чтобы его центр, отмеченный перекрестием нитей, совпал с центром нижнего кружка (перекрестие его нитей будет видно сквозь стекло). Нити верхнего кружка также должны быть с наружной стороны.

Завершить эти работы нужно скреплением картонных колец в нескольких местах небольшими кусочками изоляционной ленты, лейкопластыря или наклеив кусочки бумаги. Нити с кружков сбросим. Вложенный затем в трубку № 3 и прижатый трубкой № 4, этот объектив не будет подвергаться перекосу.

11. Опробование телескопа и его наводка

Теперь надо проверить действие телескопа, рассматривая в него предметы. Сделаем это днем, наблюдая земные объекты.

Нельзя удерживать трубу в руках так, чтобы она была неподвижной. А если она будет дрожать, ничего не удастся разглядеть. Поэтому нужно обязательно

располагать трубу на какой-нибудь опоре, например на подоконнике, на сучке дерева у ствола и т. п.

Выдвинем окулярную трубку настолько, чтобы расстояние от окуляра до объектива было около метра. Нацелимся телескопом на какой-нибудь отдаленный и обязательно хорошо освещенный предмет (дерево, дом, телеграфный столб и т. п.). Нацеливаться будем так, как будто на трубе, как на винтовке, есть мушка и прорезь, — глядя поверх трубы.

В результате труба будет направлена на избранный объект. Будем теперь смотреть одним глазом в окуляр, а другой глаз закроем. Постараемся поймать наблюдаемый объект в телескоп. Если окулярная трубка выдвинута больше или меньше, чем надо, предмет будет виден плохо. Тогда нужно ее плавно и постепенно вдвигать или выдвигать. Этим движением окулярной трубки достигается наводка на фокус. При наблюдении разных земных предметов в зависимости от расстояний до них меняется и наводка на фокус.

В телескопах описанного здесь устройства наблюдаемые предметы будут иметь перевернутый вид (верх — внизу, низ — вверх). При наблюдениях небесных светил это не составляет неудобств. Все карты и правильно расположенные фотоснимки и рисунки Луны и планет показывают эти светила так, как они видны в телескоп.

В телескоп обычно виден только сравнительно небольшой участок неба, который называется полем зрения трубы. Чем больше увеличение, даваемое телескопом, тем меньше становится поле зрения. При малых увеличениях будет видна, например, вся Луна, при больших же увеличениях может быть видна только некоторая ее часть.

Ясным вечером начните наблюдения звезд в телескоп. Если звезды видны как более или менее крупные пятна, значит, телескоп не наведен на фокус: при наилучшей наводке звезды должны быть видны блестящими точками без лучей. Они видны как точки без заметных диаметров даже в самые мощные телескопы. Это объясняется тем, что звезды невообразимо далеки от нас. Но зато в трубу мы видим много звезд там, где невооруженный глаз их вовсе не видит

или видит мало. Звезды при наблюдении в телескоп кажутся значительно более яркими.

Научитесь хорошо и быстро нацеливаться на небесные светила, ловить их в поле зрения телескопа. Для этого направляйте трубу, как бы целясь на избранный объект и глядя поверх нее; затем, глядя уже в трубу, очень легкими и плавными передвижениями ее вправо — влево, вверх — вниз старайтесь поймать светило в поле зрения трубы.

При наблюдении всех небесных объектов наводка на фокус для одного и того же глаза остается одинаковой. Поэтому можно сделать отметку на окулярной трубке и всегда перед наблюдениями небесных светил заранее нужным образом выдвигать ее.

ГЛАВА ВТОРАЯ

1. Назначение гелиоскопа

Для наблюдений Солнца можно соорудить специальный телескоп, называемый *гелиоскопом*. В гелиоскопе изображение Солнца получается в результате отражения лучей от вогнутой оптической поверхности. Такие отражательные телескопы всех типов и назначений носят, как мы уже говорили, общее название рефлекторов.

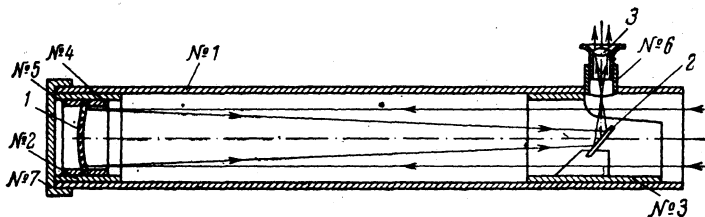


Рис. 6. Схема гелиоскопа.

Схема гелиоскопа показана на рис. 6. Лучи Солнца падают на вогнутую поверхность стекла 1. Большая часть их проходит сквозь стекло. Небольшая часть лучей отражается и сходящимся пучком идет обратно. На некотором расстоянии от стекла эти лучи образуют изображение Солнца. Для того чтобы можно было удобнее рассматривать это изображение в окуляр, на пути отраженных лучей под углом в 45° ставится стеклянная пластинка 2, которая отражает небольшую часть падающих на нее лучей.

Таким образом, изображение Солнца получается в стороне от оптической оси телескопа. Это изображение рассматривается в окуляр 3.

Таким устройством достигается сильное ослабление лучей Солнца. Однако этого ослабления света все еще недостаточно. Для еще большего ослабления солнечных лучей применяются слабые темные стекла. Лучше, однако, изготовить специальное приспособление, которое делает наблюдение Солнца особенно удобным. О нем будет сказано дальше.

2. Стекла для гелиоскопа

Объективом в гелиоскопе может служить такое же очковое стекло, как и в самодельном телескопорефракторе. Однако очковое стекло применяется в гелиоскопе не как собирающая линза, а как отражающая поверхность. Для этого используется его

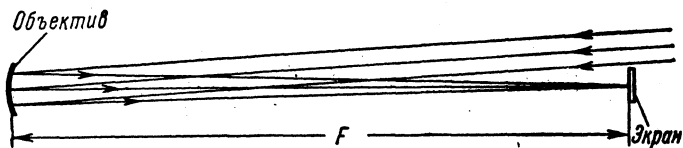


Рис. 7. Определение фокусного расстояния «объектива» гелиоскопа.

вогнутая поверхность. Это стекло должно быть обязательно круглым и с отмеченным оптическим центром (на необточенном очковом стекле в центре обычно ставится черная точка). Стекло может быть в одну диоптрию, в половину диоптрии и менее. Во всяком случае кривизна вогнутой поверхности должна быть небольшой.

Если, повернув стекло вогнутой стороной к Солнцу и держа его несколько наклонно к солнечным лучам, поместить на некотором расстоянии перед ним экран (например, кусочек белой бумаги, рис. 7), то, отодвигая или придвигая экран, мы увидим на определенном расстоянии от стекла маленькое изображение Солнца. При таком определении фокусного расстояния стекла надо помнить, что лучи

отражаются и от второй поверхности очкового стекла и тоже создают изображение Солнца (рис. 8). Это изображение получается очень близко от стекла и наблюдателям в гелиоскоп мешать не будет.

Расстояние от центра стекла до изображения будет равно фокусному расстоянию нашего объектива. Понятно, что фокусное расстояние в этом случае не будет соответствовать оптической силе линзы, выраженной в диоптриях.

Для гелиоскопа лучше всего взять очковое стекло с фокусным расстоянием, определенным вышеописанным способом, от 40 см до 1 м.

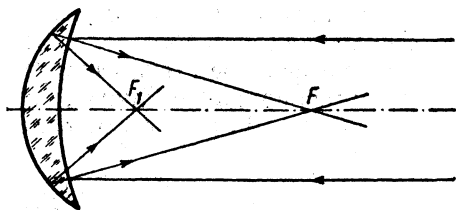


Рис. 8. Появление изображения Солнца от выпуклой стороны вогнутой линзы.

Для изготовления стеклянной пластинки (2 на рис. 6), играющей в данном приборе роль плоского зеркала, послужит отмытая фотографическая пластинка. Пластинку надо подобрать особенно тщательно, чтобы ее поверхность была совершенно плоская. Для испытания пластинки маленький круглый предмет (бусинка) подвешивается на нитке к оконному переплету. Теперь, смотря на пластинку так, чтобы луч зрения как бы скользил по ее поверхности, попытаемся увидеть в ней изображение бусинки и оконного переплета. Если при легких перемещениях глаза изображение остается правильным или лишь незначительно искажается, значит, пластинка годится для изготовления зеркальца.

Окуляр для гелиоскопа может быть такой же, как и в самодельном телескопе-рефракторе. Однако в гелиоскопе можно использовать и более сильные лупы (с меньшим фокусным расстоянием).

Увеличение, полученное в гелиоскопе при данном окуляре, также определяется делением фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние окуляра.

Все дальнейшее будет предполагать, что мы делаем гелиоскоп с объективом, имеющим фокусное расстояние 50 см, а диаметр около 4,5 см.

3. Трубки гелиоскопа

Для гелиоскопа нужно изготовить следующие трубки:

1) главную трубку № 1 (рис. 6), внутренний диаметр которой должен быть миллиметров на пять больше диаметра объектива, а длина сантиметров на пять больше его фокусного расстояния;

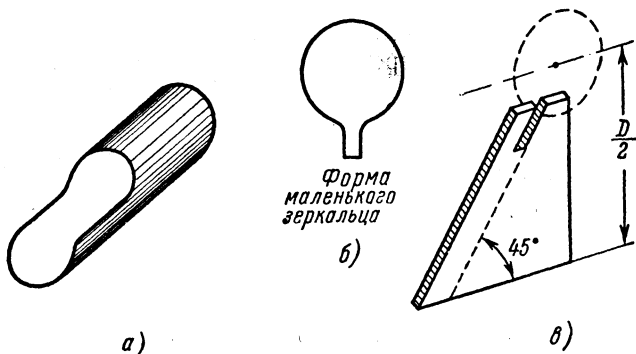


Рис. 9. Трубка № 3, плоское зеркальце гелиоскопа и стойка для его укрепления.

2) трубку № 2 длиной 6 см, с внешним диаметром, равняющимся внутреннему диаметру главной трубки, и с внутренним диаметром, равным диаметру объектива;

3) трубку № 3 длиной в 10 см, с таким же внешним диаметром, как и у трубки № 2; внутренний ее диаметр должен быть на 1,5 мм больше диаметра объектива. Трубка № 2 послужит для крепления объектива, а трубка № 3 — для установки плоского зеркальца.

В трубке № 3 делаем вырез, как показано на рис. 9, а.

Для крепления объектива изготавливаются еще две трубки, № 4 и № 5, в виде колец, внешний диаметр которых равняется диаметру трубки № 2, а толщина стенок — 1,5 мм; длина каждой трубки 1,5 см. Края этих трубок-колец должны быть ровными и перпендикулярными к оси трубок. Эти трубки должны плотно вдвигаться в трубку № 2. Наконец, изготавливается окулярная трубочка (№ 6 на рис. 6) длиной 2,5 см. Внутренний диаметр ее равняется диаметру трубки, в которую вставлен окуляр, а толщина стенок 1,5 мм.

Кроме всего этого надо изготовить крышку № 7, которой можно будет закрыть гелиоскоп с той стороны, с которой в него будет вставлен объектив. Все трубки и крышка должны быть зачернены изнутри.

На расстоянии 46 см от того конца главной трубки, где будет укреплен объектив, в стенке трубки № 1 вырезается отверстие, диаметр которого должен быть равен внешнему диаметру окулярной трубки. Окулярная трубка вставляется в это отверстие и с помощью клея и бумаги наглухо укрепляется. Ось этой трубки должна пересекать ось главной трубки и быть строго перпендикулярной к ней.

4. Плоское зеркальце

Из выбранной фотографической пластинки изготовим плоское стеклышко круглой формы, которое будет служить зеркальцем. Диаметр зеркальца 17 мм.

Лучше всего вырезать кусочек стекла нужной формы следующим образом. В ступке растирается в мелкий порошок древесный уголь. Угольный порошок смешивается с густым гуммиарабиком. Из получившейся тестообразной массы делаются тонкие палочки, подобные карандашу. Высохшую палочку зажигают и, касаясь стекла раскаленным концом палочки, ведут ее по начерченной на стекле линии. Стекло при этом дает трещину, и части его легко отделяются.

Начинать вести палочку по стеклу надо с какого-либо края куска стекла, где напильником делается надрез. Наконец, для той же цели можно использовать раскаленную стеклянную палочку, ведя ее по

вычерченному на стекле контуру, начав от зарубки у края стекла.

С одной стороны изготавливаемого зеркала надо оставить небольшой выступ, который послужит для его крепления (рис. 9, б). При некотором терпении удастся очень хорошо выполнить эту работу. Не обязательно делать зеркальце круглым. Его можно сделать прямоугольным или треугольным, что значительно облегчит работу, но аккуратное круглое — приятнее.

Вырезав зеркальце, проверьте (способом, указанным в разделе 2), осталось ли стекло совершенно плоским.

Для того чтобы зеркальце отражало только своей первой поверхностью, другую поверхность надо сделать матовой. Это делается путем натирания второй поверхности наждачной бумагой с некрупными зернами до полной непрозрачности стекла. Можно также натирать стекло очень мелким мокрым песком. Затем эта поверхность покрывается сажей или тушью и аккуратно оклеивается черной бумагой.

Зеркальце крепится в трубке № 3 отражающей поверхностью к объективу точно под углом 45° к оси трубы. Центр зеркала должен быть на оси главной трубы. Эту работу надо проделать особенно тщательно.

Из прочного картона или очень тонкой фанеры вырезается стойка (рис. 9, в), которая с помощью клея и черной бумаги укрепляется в трубке № 3. В стойке делается прорез под углом 45° (как можно точнее и аккуратнее); в прорези укрепляется наше зеркальце (для этого мы и оставляли на нем выступ). Окончательную установку зеркала можно видеть на рис. 6.

5. Сборка и регулировка гелиоскопа

Трубка № 2 (рис. 6) промазывается снаружи клеем и вставляется в главную трубку № 1 с той стороны, где будет помещен объектив. Эта трубка служит для того, чтобы края главной трубы не загорали часть объектива, когда Солнце находится не точно на продолжении оптической оси гелиоскопа.

Трубка № 3 вдвигается с другой стороны трубы так, чтобы зеркальце было обращено к объективу, а вырез — к окуляру. Трубку вдвигают до тех пор, пока центр зеркальца не попадет на ось окулярной трубки.

Для испытания правильности положения трубки № 3 отходят на несколько метров и смотрят в окулярную трубку, стараясь держать глаз на продолжении оси этой трубки. Если при этом центр зеркальца виден в центре отверстия окулярной трубки, значит, трубка № 3 вдвинута правильно.

Затем, вращая эту трубку вокруг оси, надо добиться того, чтобы зеркальце отбрасывало лучи в окулярную трубку. Для этого наводят трубу гелиоскопа отверстием, в котором будет помещен объектив, на дневное небо. Это отверстие будет отражаться в плоском зеркальце. Смотри в окулярную трубку с некоторого расстояния, поворачиваем трубку № 3 вокруг оси относительно главной трубы до тех пор, пока не станет видно отражения отверстия трубы. Это изображение должно быть концентрично внутреннему вырезу окулярной трубки. Таким образом зеркальце будет окончательно установлено.

Теперь надо вставить объектив. В трубку № 2 вставляется трубка № 4 (рис. 6). На ее края кладется объектив вогнутой поверхностью внутрь трубы; после этого выдвигается трубка № 5 так, чтобы она плотно прижимала объектив к трубке № 4.

Очень важно вставить объектив без малейшего перекоса. Для проверки наведем гелиоскоп на светлый фон (электролампа, дневное небо) и поместим глаз за окулярной трубкой вблизи фокуса объектива. При правильной установке объектива мы должны увидеть все его отражение в плоском зеркальце, залитое ровным светом. В центре объектива должен быть виден силуэт плоского зеркальца. Если видно не все отражение объектива и силуэт зеркальца окажется не в его центре, легкими нажимами с соответствующей стороны на трубку № 5 добиваемся правильной установки объектива.

Сделав все это, закрываем крышкой № 7 конец трубки № 1 со стороны объектива. В окулярное отверстие вставляем трубочку, в которой помещен оку-

ляр. Наводка на фокус осуществляется путем перемещения этой трубочки вперед или назад.

Следует накрепко запомнить и категорически предупреждать всех, кто стал бы пользоваться гелиоскопом вообще: *ни в коем случае нельзя смотреть через инструмент на Солнце во избежание потери зрения!*

6. Гелиостат

Достигнутое в гелиоскопе ослабление лучей Солнца еще недостаточно, чтобы можно было непосредственно в окуляр наблюдать это светило. Для еще большего ослабления света, а также для того, чтобы

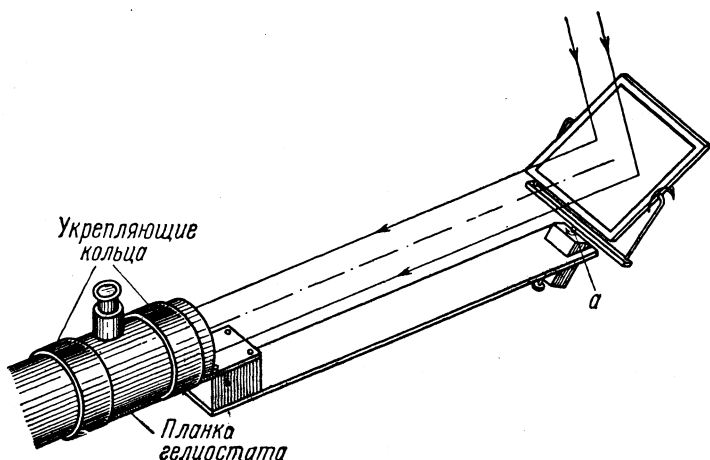


Рис. 10. Устройство гелиостата.

сделать наблюдение Солнца более удобным, изготавливается гелиостат, устройство которого показано на рис. 10.

Прежде чем попасть на объектив, лучи Солнца отражаются от стеклянной пластинки, причем большинство лучей проходит сквозь стекло. Эта пластинка, так же как и при изготовлении зеркала, должна быть тщательно подобрана: ее поверхность должна быть свободна от неровностей. Вторую поверхность пластинки нужно сделать матовой одним

из описанных ранее способов. Размеры пластинки 7,5 см × 7,5 см.

Пластинку надо укрепить так, чтобы она могла вращаться вокруг двух взаимно перпендикулярных осей: одной — наклоненной к плоскости горизонта под углом, равным широте места, другой — перпендикулярной к первой.

Вся установка монтируется на ступенчатой планке длиной 25 см, которая с помощью двух широких колец крепится на окулярном конце гелиоскопа. Центр пластинки должен находиться на продолжении оптической оси объектива.

При наблюдении гелиоскоп надо располагать вдоль полуденной линии в направлении на север. Гелиостат, как и гелиоскоп, должен быть помещен на подставке. Это поможет избежать дрожания изображения. Чтобы следить за суточным движением Солнца, надо вращать пластинку вокруг оси (а на рис. 10).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

УСТАНОВКИ ТЕЛЕСКОПОВ

1. Штативы

При наблюдениях небесных светил телескоп должен быть помещен на специальном приспособлении — штативе.

Штатив может быть переносным или фундаментальным; в последнем случае это будет, например, вкопанный в данном месте столб. Важно приладить телескоп к штативу так, чтобы его можно было без затруднений плавно поворачивать, а если понадобится, то и отделить от штатива. Этим целям служит так называемая головка штатива.

На месте, где обычно проводятся наблюдения, можно вкопать толстый столб высотой около 130 см. Верхний срез столба должен быть горизонтален. Столб надо сделать очень устойчивым. Во время наблюдений на столбе могут помещаться различные приборы. К нему будет прикрепляться и головка штатива.

Если невозможно установить постоянное основание штатива (столб), то штатив для астрономических инструментов делается переносным. Для этой цели можно взять кол длиной около 140 см. На его верхнем конце прибивается дощечка размером 20 см × 20 см. Снизу кол заостряется. Здесь его можно обить жостью. Несколько выше заостренного конца штатива прибивается уступ (рис. 11, а), служащий для того, чтобы, надавливая на него ногой, вгонять штатив в грунт.

Можно использовать в качестве штатива фотографическую треногу, но эти треноги обычно мало устойчивы и особенно рекомендовать их не приходится.

Достаточно устойчивую переносную треногу можно сделать самому. Она состоит из призмы с тремя боковыми гранями высотой 10 см и со стороной основания тоже 10 см. Ножки треноги делают возможно более массивными, чтобы обеспечить ей устойчивость. Длина ножек 135—140 см, а сечение их

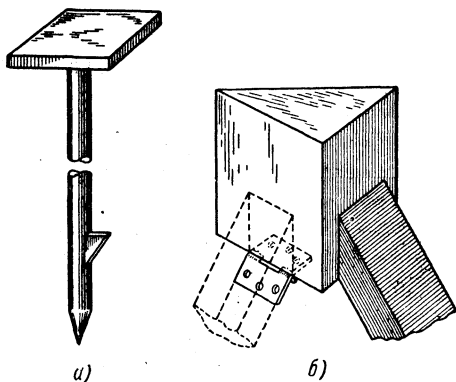


Рис. 11. Штатив в виде переносного столба и призма переносной треноги.

должно быть не менее 2 см × 3 см. Ножки прикрепляются к боковым граням призмы с помощью петель (рис. 11, б).

Важнейшая часть всякого штатива — его головка, которая должна давать возможность поворачивать телескоп в любом направлении в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси), а также позволять наклонять его под любым углом (вращая телескоп вокруг горизонтальной оси).

Приспособления для этой цели могут быть различными. Можно изготовить, например, такое приспособление. Возьмем две дощечки толщиной 2—3 см. Одна из них (№ 1 на рис. 12) квадратная, примерно 20 см × 20 см, другая (№ 2) продолговатая — 6 см × 30 см. Продолговатая дощечка шурупом при-

винчивается посередине к боковой стороне квадратной дощечки так, чтобы она могла с трением вращаться вокруг шурупа. Шуруп будет служить горизонтальной осью. Сама квадратная дощечка привинчивается к верхушке треноги или столбика другим шурупом, который будет служить вертикальной осью. К продолговатой дощечке тесемками или ремнями привязывается труба телескопа так, чтобы ни один конец ее не перевешивал. Чтобы квадратная дощечка всегда была более или менее горизонтальна,

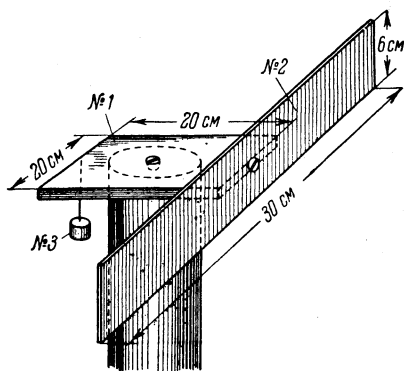


Рис. 12. Способ прикрепления телескопа к штативу в виде столба.

не перекашивалась, можно к ней на противоположной ее стороне прикрепить соответствующий весу телескопа груз (№ 3). Грузом может хорошо служить мешочек с песком, количество которого подбирают путем проб.

Можно сделать гораздо более удобный, но и более сложный штатив. Этот штатив показан на рис. 13.

К концам деревянной планки *a* длиной 30 см и шириной 6 см прибаваем кусочки фанеры, вырезанные по форме, показанной на рис. 14. Это будет главная часть головки штатива. Телескоп вкладывается в округлые вырезы кусков фанеры и прикрепляется к планке ремешками, полосками жести и т. п.

Возьмем теперь толстый кол или брус длиной приблизительно в 60 см. Из этого материала изготовим

основание головки штатива (рис. 15). Верхняя часть основания головки должна иметь форму прямоугольного параллелепипеда с ровными и гладкими, обработанными наждачной шкуркой боковыми гранями.

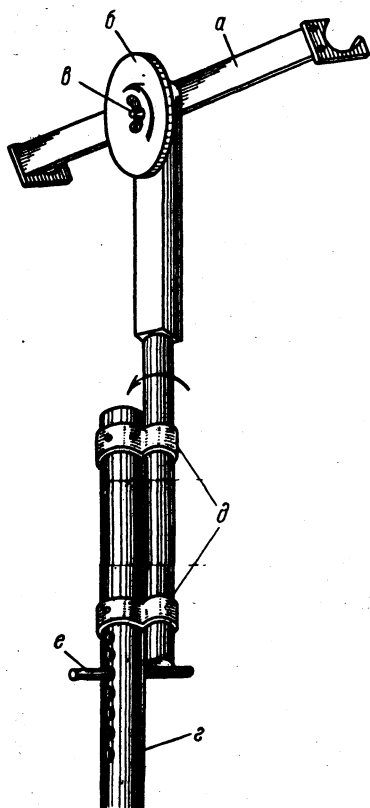


Рис. 13. Более сложный штатив.

Верхний конец закругляется. Нижняя часть основания головки делается в форме круглого цилиндра и также обрабатывается наждачной шкуркой.

В верхней части головки штатива проделывается отверстие для горизонтальной оси. Горизонтальной осью может служить болт с гайкой или барашком.

Главная часть головки штатива (планка) посередине прикрепляется болтом к основанию головки. К свободному

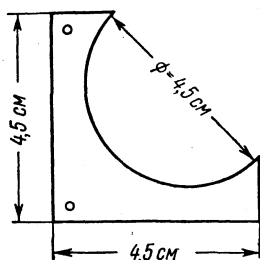


Рис. 14. Форма кусочков фанеры для ложа телескопа.

концу болта прикрепляется противовес (деревянный или металлический брусok или круг такого же веса, как и телескоп, — б на рис. 13). Затягивая барашком в болт, можно хорошо удерживать телескоп в том или ином положении при поворотах в вертикальной плоскости.

Основанием штатива, как мы уже заметили выше, может служить прочно стоящий столб с высотой около 130—140 см. К нему прибиваются сделанные из жести или толстой железной проволоки две круглые скобы d , диаметр которых должен быть такой же, как и диаметр нижней круглой части основания головки штатива. Скобы прибиваются друг над другом на расстоянии около 20 см одна от другой. Нижнюю круглую часть головки штатива пропускают в эти скобы.

Для того чтобы головка штатива двигалась в этих скобах плавно, скобы с внутренней стороны и круглую часть головки штатива можно натереть мылом или смазать каким-нибудь жиром.

Телескоп надо прикреплять к головке так, чтобы его центр тяжести был как раз против конца горизонтальной оси. Это делается для того, чтобы ни один конец телескопа не перевешивал.

Чтобы определить центр тяжести телескопа, можно поступить так: положим телескоп частями вблизи обоих его концов на ребра двух линеек и затем будем медленно сближать линейки. Они сойдутся как раз под центром тяжести труб.

Теперь наш телескоп можно будет без затруднений и достаточно плавно поворачивать и по высоте, и по азимуту (в горизонтальной плоскости).

Вертикальный стержень, на котором будет закреплена труба, можно в случае необходимости поднимать в скобах выше или опускать ниже, если наблюдения ведут люди разного роста или если наблюдаются светила на разных высотах (ближе к горизонту или ближе к зениту). Для этого надо подпирать стержень снизу, например, деревянным колышком (е на рис. 13), который будет вкладываться в сделанные для этой цели на столбе отверстия.



Рис. 15.
Основание головки штатива.

2. Штатив для бинокля

Немало наблюдений может проводиться при помощи бинокля. Бинокль также следует помещать на штативе, придавая ему хорошую устойчивость.

Устройство штатива показано на рис. 16. В основании *а*, представляющем собой отрезок толстой доски, укрепляется стержень *в*. На него насаживается вертикальный брусок *б* так, что он может свободно вращаться вокруг стержня.

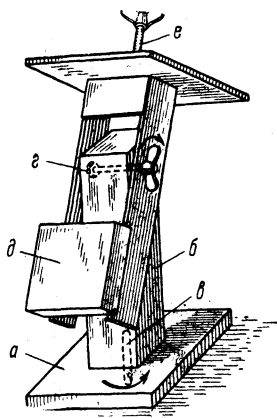


Рис. 16. Штатив для бинокля.

Горизонтальная ось *з* должна иметь винтовую нарезку на конце. На этот конец навинчивается гайка или барашек, которыми можно затягивать или отпускать ось, закрепляя бинокль в нужном положении. Груз *д* служит противовесом биноклю.

Бинокль прикрепляется к головке при помощи болтика с гайкой или барашком *е* и металлической пластиной, прижимающей бинокль к доске. Эта установка очень удобна и устойчива.

3. Экваториальная установка телескопа

Все небесные светила меняют свои места относительно горизонта. Если смотреть в южную сторону, то можно видеть, что они перемещаются от востока к западу, поднимаясь на наибольшую высоту над точкой юга и затем опускаясь к горизонту. Звезды в северной стороне неба (ниже Полярной звезды) уходят из западной стороны неба в восточную, опускаясь к горизонту в северной стороне. Это все явления видимые. Они происходят по одной общей причине: Земля вращается вокруг оси.

Ось вращения Земли направлена почти точно к Полярной звезде. Полярная звезда поэтому и сохраняется в общем одно и то же место относительно горизонта, указывая направление к северу. За сутки она описывает очень небольшую окружность диаметром всего в два градуса. Светила, расположенные ближе к небесному экватору, описывают большие круговые суточные пути относительно горизонта. Все эти пути параллельны друг другу, почему и называются суточными параллелями.

На рис. 17 и 18 схематически показаны некоторые из этих параллелей и части других в северной и южной сторонах неба.

Благодаря своему суточному движению любое небесное светило, на которое вы направили телескоп, очень быстро уйдет из поля зрения телескопа. Поэтому надо поворачивать телескоп вслед за уходящим светилом и делать это плавно, без рывков. Но поворачивать надо довольно сложным образом — двумя движениями: вправо или влево (в зависимости от того, где находится наблюдаемое светило: если в северной стороне выше Полярной, то влево), а также вверх или вниз (вверх, если светило находится в восточной стороне неба, или вниз, если оно находится в западной стороне).

Конечно, эти обстоятельства значительно усложняют задачу внимательного наблюдения всякого небесного объекта. Особенно досадно то, что в небольшом поле зрения телескопа буквально из-за ничтожного сотрясения или случайной подвижки инструмента наблюдаемый объект уплывает и его нужно опять терпеливо и настойчиво ловить в поле зрения. Относительно легко можно ловить только Луну, так как вокруг нее всегда имеется светлая область, дающая знать, куда направлять телескоп для точной наводки.

Однако есть возможность довольно легко избежать осложнений, связанных с двойным изменением положений светил — по высоте и по азимуту. Этого можно достигнуть, установив телескоп на такой головке штатива, в которой одна из осей будет наклонена к плоскости горизонта на угол, в точности равный широте места. Иначе говоря, эта ось должна быть параллельна оси мира.

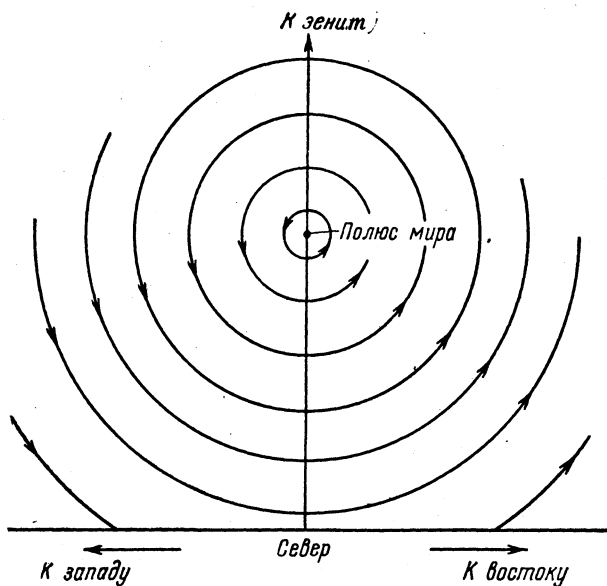


Рис. 17. Движение небесных светил в северной стороне неба.

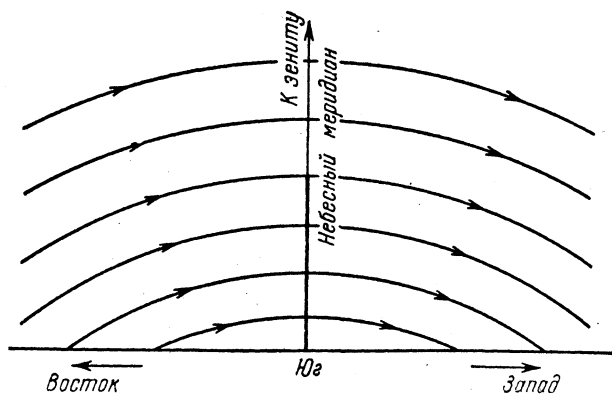


Рис. 18. Движение небесных светил в южной стороне неба.

Как известно, осью мира в астрономии называется параллельная оси вращения земного шара линия, соединяющая полюсы мира — те точки неба, которые при суточном движении небесных светил остаются строго неподвижными. Северный полюс мира находится вблизи Полярной звезды (на расстоянии одного градуса от нее). Полярная звезда также обходит эту точку в своем суточном движении. Именно на полюс мира надо направить конец оси инструмента. Эту ось будем называть *полярной*.

Плоскость, перпендикулярная оси мира, называется плоскостью небесного экватора: ее положение относительно звезд определяется окружностью, каждая точка которой отстоит от полюса мира на 90° . Эта окружность есть небесный экватор. Он делит небо на две равные части — северную и южную. Параллельно небесному экватору расположены суточные пути небесных светил — пути, проходимые ими относительно горизонта в результате вращения Земли.

Телескоп, установленный на полярной оси, если его поворачивать на ней, будет точно следовать за любым светилом, движущимся относительно горизонта, как только оно попадет в поле зрения телескопа. Необходимо лишь предварительная наводка телескопа на светило поворотами вверх — вниз и вправо — влево, как обычно. Затем надо будет закрепить телескоп в заданном направлении, чтобы его установка не могла сбиться. После этого будет требоваться уже только легкое однородное усилие для того, чтобы телескоп достаточно плавно поворачивался в направлении суточного движения светила, параллельно небесному экватору.

Но как смонтировать эту установку? Ясно, что надо прежде всего достаточно точно знать географическую широту пункта, где телескоп будет установлен. Если нужных справочных пособий под рукой не окажется или в этих пособиях не будет искомым сведений, можно определить широту пункта способом, описанным в главе пятой, раздел 3.

На рис. 19 изображена одна из самых простых и надежных конструкций любительской экваториальной установки. Основание установки состоит из вертикального столба (1 на рис. 20) высотой около

170 см. К этому столбу прибивается рама, сделанная из досок (размеры указаны на рисунке). Горизонтальные стороны рамы должны быть перпендикулярны столбу, что проверяется угольником.

К столбу и раме прибиваются скобы, сделанные, например, из жести (см. справа вверху на рис. 20). Каждая скоба снабжается для закрепления болтом с барашком или простой гайкой.

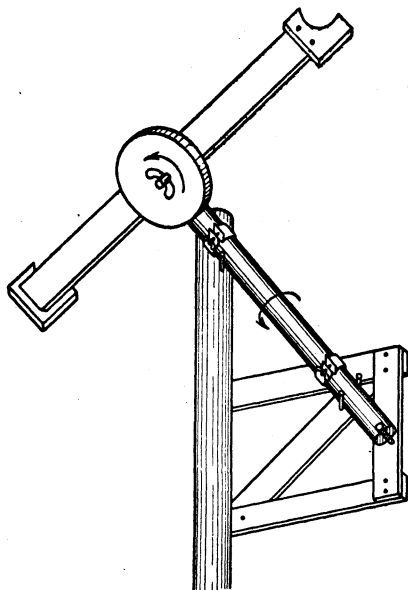


Рис. 19. Общий вид любительской экваториальной установки для телескопа.

Полярная ось должна быть сделана так же, как и ось описанного перед этим азимутального штатива.

Диаметр скоб должен равняться диаметру полярной оси штатива. Скобы прибиваются так, чтобы отношение расстояний a к b было равно тангенсу широты пункта наблюдений.

Края скоб располагаются перпендикулярно соединяющей их линии.

В вертикальную доску рамы на продолжении линии, соединяющей центры петель, вбивается толстый гвоздь 3, на который будет опираться полярная ось.

Полярная ось вставляется в скобы. В диагональную доску рамы вбивают еще два гвоздя 4 так, чтобы они касались оси сверху и снизу. Такой

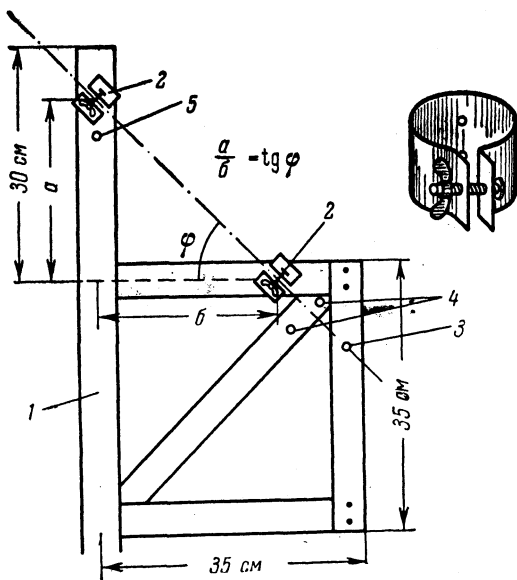


Рис. 20. Чертеж экваториальной установки телескопа; отдельно показано устройство скобы для крепления полярной оси штатива.

же гвоздь 5, касающийся оси снизу, вбивают в столб 1.

Эти гвозди нужны для того, чтобы на них опиралась наклонная ось и чтобы сравнительно мягкий материал скоб не подвергался действию значительного веса головки штатива и телескопа.

Головка штатива изготавливается так же, как и для азимутального штатива. Только здесь надо обратить

особое внимание на то, чтобы противовес соответствовал весу телескопа. Скобы зажимаются барашками на болтах так, чтобы полярная ось вращалась в них с некоторым трением.

Теперь надо правильно установить штатив. Для этого деревянная рама располагается вдоль полуденной линии, на юг от столба. (Способ определения полуденной линии описан в разделе 2 главы пятой.) С помощью уровня еще раз проверяется горизонтальность верхней стороны рамы. При правильной установке полярная ось должна быть направлена точно на полюс мира.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ И ЯВЛЕНИЙ

Говоря о фотографировании неба, мы будем предполагать, что читатель уже знаком с обычной фотографией и имеет в этой работе некоторые навыки. В противном случае мы советуем сначала научиться снимать земные объекты и познакомиться с технологией обработки фотоматериалов и только потом обращаться к вопросам фотографирования небесных светил и явлений.

1. Подставка для фотоаппарата

Любой фотоаппарат можно использовать для фотографирования различных небесных светил и явлений. Для такого фотографирования важно установить аппарат совершенно устойчиво, чтобы он не имел никаких колебаний.

Фотографическая штативная головка, обычно применяемая фотографами, здесь совершенно непригодна, так как аппарат на ней недостаточно устойчив. Лучше всего аппарат поместить на специальной подставке, изображенной на рис. 21. Аппарат помещается на наклонной дощечке 1 и опирается задней стенкой на дощечку 2. Дощечка 1 упирается своим концом в брусок 3 на основании подставки и планкой 4 на прорези в стойках 5.

Для изменения наводки аппарата по высоте меняют наклон дощечки. Для этого планку 4 переставляют в другие прорези.

Прорези делаются достаточно часто с таким расчетом, чтобы наклон дощечки мог меняться от 0 до 45° примерно через 5°.

Для съемки объектов с высотой от 0 до 45° аппарат ставится на дощечку 1. Для того чтобы наводить аппарат на участки неба с высотой 45—90°, его кладут задней стенкой на дощечку 1. Изменение наклона аппарата можно делать каждый раз только на 5°.

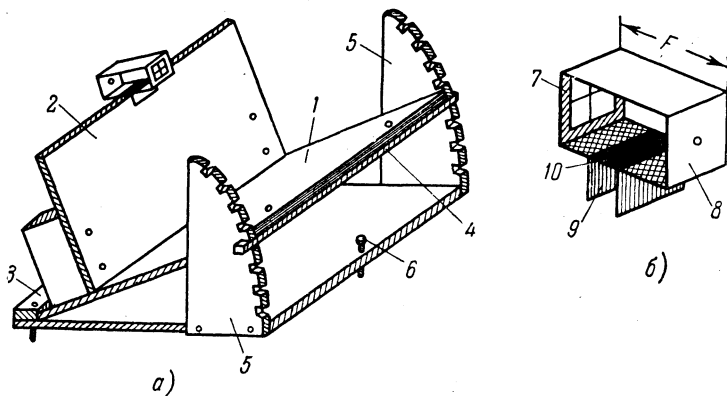


Рис. 21. Подставка для фотоаппарата (а) и искатель (б).

Для плавного изменения наклона в интервале пяти градусов служит болт 6 с гайкой, врезанной в основание прибора, как это описано в разд. 4 этой главы. Повороты аппарата по азимуту производятся поворотом всей подставки. Она может устанавливаться на столе, столбе, табурете, на земле, а при фотографировании звезд с длительными выдержками — на специальном приборе — экваториальном столике, описанном далее. Эта подставка проста, надежна и очень удобна для быстрого изменения наводки аппарата в темноте.

2. Искатель для фотоаппарата

При фотографировании звезд для наводки аппарата на нужный участок неба пользоваться оптическим искателем фотоаппарата нельзя: звезды в него

не видны. Если у фотоаппарата есть рамочный искатель, то именно его надо использовать.

Для удобства следует на переднюю рамку искателя натянуть взаимно перпендикулярные нити так, чтобы их перекрестие было в центре рамки. При наводке аппарата интересующее нас небесное светило должно находиться на перекрестии нитей.

Если рамочного искателя нет, то его нужно сделать самому. Искатель изготавливают из плотного картона в виде коробки без боковых стенок (рис. 21, б).

Длина коробки равна фокусному расстоянию объектива фотоаппарата, а размеры передней (7) и задней (8) стенок должны превышать размеры кадра в каждом направлении сантиметра на четыре. В передней стенке вырезается отверстие, размеры которого равны размерам кадра, а центр совпадает с центром передней стенки. В центре задней стенки проделывается круглое отверстие диаметром 5—7 мм. На отверстие в передней стенке натягиваются взаимно перпендикулярные нити.

К нижней части искателя прикрепляется сделанная из жести насадка 9 в виде скобки. Прикрепить ее к искателю можно с помощью ленты 10 из плотной бумаги от широкоформатных фотографических пленок на катушках. Стенки этой насадки должны быть параллельны передней и задней стенкам искателя.

Эта насадка служит для того, чтобы надевать ее на упор 2 или на дощечку 1 подставки в зависимости от положения фотоаппарата.

Теперь, если приблизить глаз к отверстию в задней стенке искателя, мы увидим то, что может в этом положении фотографироваться аппаратом.

Точность наводки невелика, но большая точность при этом и не требуется. Иногда можно обходиться даже вовсе без искателя, приблизительно нацеливая аппарат на фотографируемый участок неба. Это особенно относится к наводке на светила с большими высотами, так как тогда смотреть в искатель возможно только в том случае, если подставка стоит на столбе или на самом краю стола, да и тогда это делать неудобно.

3. Приборы для фотографирования Солнца и Луны

Для фотографирования различных фаз затмения Солнца и Луны, а также для получения на снимках основных деталей лунной поверхности (морей, а при некотором навыке и крупнейших цирков) может быть использован и самодельный телескоп. Только вместо окуляра к окулярной трубке прикрепляется коробка, в которую кладется фотопластинка, плотно прижимаемая задней крышкой при помощи резиновых колец (рис. 22).

Все устройство должно быть совершенно светонепроницаемым, что особенно важно при фотографировании в дневное

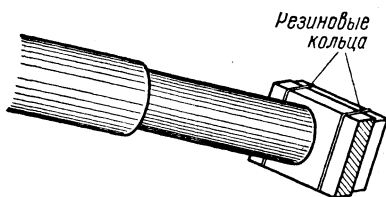


Рис. 22. Коробка на окулярном конце телескопа для фотопластинки.

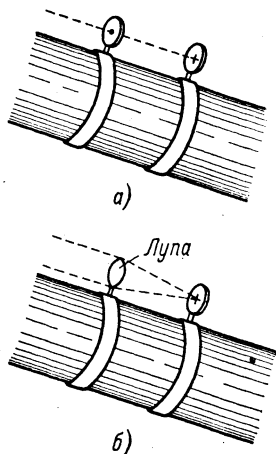


Рис. 23. Искатели на телескопе: а) солнечный; б) лунный.

время. Объектив также должен иметь светонепроницаемую крышку-затвор.

Для наводки инструмента на светило применяется искатель, прикрепленный к телескопу (рис. 23). При фотографировании Солнца искателем может служить просто кусок картона с малым отверстием, через которое на небольшой экран будет падать солнечный «зайчик» (рис. 23, а).

Для фотографирования Солнца нужно надевать на объектив диафрагму с отверстием миллиметра в три. При фотографировании Луны диафрагму надевать не надо.

Яркость Луны недостаточна для того, чтобы пользоваться «зайчиком» от нее для наводки инстру-

мента. Нужно сделать еще один искатель (рис. 23, б). Здесь маленькое изображение Луны на экране создается лупой с фокусным расстоянием 5—7 см.

Чтобы одним и тем же прибором можно было снимать Луну и Солнце, не меняя искателей, можно поступить следующим образом. Перед лупой на кольцо укрепляется диафрагма — кружок картона с отверстием 2—3 мм. Когда фотографируется Луна, диафрагма отодвигается в сторону. При фотографировании Солнца диафрагма помещается перед лупой.

Теперь прибор надо отрегулировать. Для этого снимают заднюю крышку коробки и вместо пластинки прижимают резиновыми кольцами к окулярной трубке матовое стекло. Наводим телескоп на Луну и, вдвигая и выдвигая окулярную трубку, добиваемся получения отчетливого изображения Луны на матовом стекле.

На окулярной трубке делаем соответствующую отметку, чтобы при всяком фотографировании выдвигать ее одинаковым образом.

Однако это будет только приблизительная наводка на фокус. Окончательная наводка, так же как и экспозиция, подбирается пробными съемками. Об этом мы скажем дальше.

Искатель регулируется так, чтобы изображение Луны, создаваемое лупой, было в центре экрана на перекрестии линий, когда на матовом стекле видно изображение Луны.

При фотографировании прибор должен обладать большой устойчивостью. Лучше всего заднюю часть его ставить прямо на землю, а переднюю помещать на подставку, изображенную на рис. 24.

Отверстия в стойках подставки делаются с небольшими интервалами. Переставляя спицу *a* из одних отверстий в другие и снова опирая на нее трубу, мы будем изменять ее наклон сразу на несколько градусов. Для плавного изменения наклона заднюю часть инструмента подвигают ближе к подставке или несколько отодвигают назад.

Для фотографирования деталей лунной поверхности можно использовать и бинокль (конечно, не театральный, а призмный с шести-восьмикратным

и бóльшим увеличением), приспособив к нему специальную фотокамеру (рис. 25). Изображение Луны на пластинке здесь получают по тому же принципу, что и при получении изображения Солнца на экране. Длина камеры определяется желаемым диаметром изображения Луны (путем проб). Во избежание смазанности получаемого фотоснимка, лучше, чтобы диаметр изображения не превышал 2—2,5 см.

Основание прибора делается из доски, кронштейн 1 для бинокля — из деревянного бруска, а камера 2 и экран искателя 3 — из картона (искателем служит

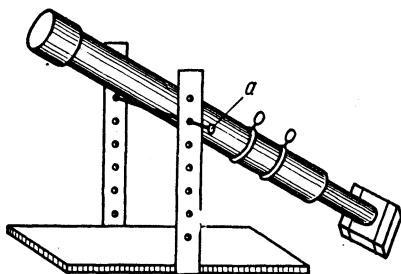


Рис. 24. Свободное расположение телескопа для фотографирования на площадке.

одна половина бинокля). Камера должна быть совершенно светонепроницаемой. Для этой цели ее оклеивают изнутри и снаружи черной бумагой. Отверстие 4 на переднем конце должно быть в точности равно диаметру оправы окуляра бинокля. Наглазник при этом отвинчивается. После того как окуляр будет вдвинут в отверстие 4, оставшаяся часть оправы перед отверстием обертывается темной материей, чтобы предотвратить попадание света в камеру.

У заднего конца камеры сбоку должно быть сделано отверстие в виде паза с ложом для вставки фотопластинки или кассеты с фотопластинкой.

Во избежание засвечивания фотопластинки 5, которую можно даже без кассеты вдвигать (в темноте) в сделанное отверстие, следует сделать защитное приспособление в виде крышки или просто накрывать этот конец камеры темной плотной материей.

Наводка на фокус и экспозиции здесь также подбираются пробными снимками. Чтобы иметь возможность сделать предварительную наводку на фокус по матовому стеклу, задняя стенка камеры делается в виде крышки 6. Вместо пластинки вставим матовое стекло, крышку 6 снимем и, вращая окуляр бинокля добьемся наибольшей резкости изображения Луны на матовом стекле. Сделаем соответствующую отметку на оправе окуляра. Затем закроем заднюю стенку крышкой и вынем матовое стекло — оно больше не понадобится.

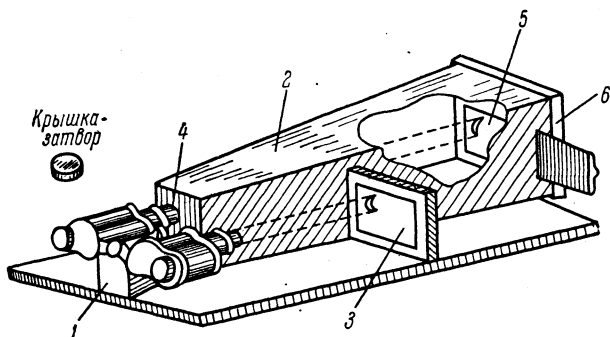


Рис. 25. Фотокамера при бинокле.

Крышку можно наглухо приклеить к камере. Об окончательной наводке на фокус будет сказано далее.

Для наводки инструмента на Луну можно использовать подставку, аналогичную изображенной на рис. 24.

4. Самодельный астрограф

Фотографирование звездного неба и последующее изучение полученных снимков — одно из самых увлекательных занятий любителей астрономии. К тому же полученные снимки при соблюдении определенных условий могут иметь и научную ценность.

В хорошо оборудованных обсерваториях для фотографирования небесных светил и участков звездного неба используют специальные телескопы, называемые *астрографами*.

В этом разделе мы расскажем, как сделать самодельный астрограф — прибор, позволяющий с помощью обычных фотоаппаратов получать снимки звезд, звездных скоплений, туманностей, которые не видны не только невооруженным глазом, но даже и в самодельный телескоп, описанный в этой книге.

Для фотографирования столь слабых объектов приходится делать очень большие выдержки — в несколько десятков минут. Но звезды вследствие суточного вращения неба значительно сдвинутся за это

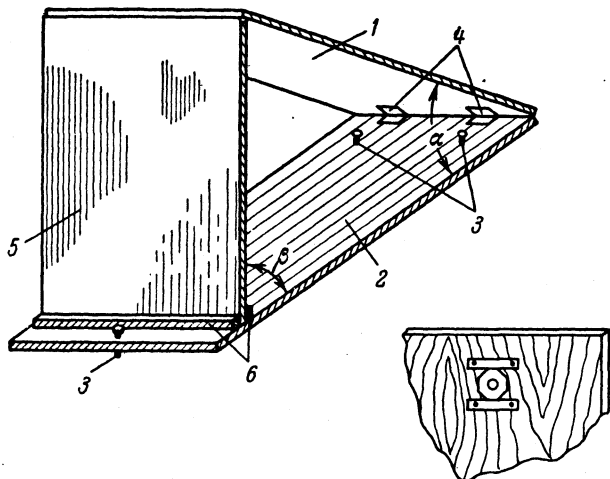


Рис. 26. Экваториальный столик самодельного астрографа. Отдельно показано крепление гайки.

время и выйдут на снимке, сделанном неподвижным фотоаппаратом, в виде черточек. Такие снимки тоже имеют определенную ценность. Об этом мы поговорим в разделе о методах фотографирования неба. Здесь же мы рассмотрим способ получения точечных изображений звезд.

Для того чтобы звезды вышли на снимке точками, надо поворачивать фотоаппарат, строго следуя суточному вращению небосвода. Движение фотоаппарата должно производиться плавно, чтобы он не испытывал сотрясений и колебаний. Для осуществления этих задач можно сделать астрограф. Основу прибора составляет экваториальный столик (рис. 26).

Он изготавливается из достаточно толстых досок, чтобы не колебался от порывов ветра и прикосновений к нему.

Верхняя доска 1 должна иметь примерно следующие размеры: длина 75—100 см, ширина около 30 см. Доску эту надо тщательно обработать рубанком, а затем верхнюю сторону зачистить шкуркой. Совершенно необходимо, чтобы поверхность верхней стороны была ровной и гладкой, ибо по ней будет скользить другая доска, предназначенная для плавного поворота фотоаппарата.

Наш прибор переносный: после фотографирования неба его можно сложить и внести в закрытое помещение. С этой целью части экваториального столика соединяются форточными петлями.

Изготовив верхнюю доску, сделаем нижнюю часть основания — доску 2. Размеры ее такие же, как доски 1. В доску 2 врезаются с нижней стороны гайки от трех болтов 3, которые будут служить ножками прибора.

Делается это следующим образом. В соответствующих местах доски прорежем отверстия, в которые болты должны свободно входить. После этого в нижней стороне доски вокруг отверстий сделаем углубления, по форме совпадающие с гайками. Гайки вставим в эти углубления и, чтобы они не вываливались, закрепим их планками, как это показано на рис. 26. С верхней стороны в отверстия вставим болты, ввинтив их в гайки.

Болты предназначены для окончательной точной установки прибора.

Нижнюю доску с помощью форточных петель 4 соединим с верхней доской 1.

Верхняя доска предназначена для размещения подвижной части прибора. В рабочем положении она должна быть расположена в плоскости небесного экватора. Иными словами, угол α на рис. 26 должен быть равен $90^\circ - \varphi$, где φ — широта места фотографирования. Как этого добиться?

Сделаем это следующим образом. Изготовим доску 5 такой же ширины, как и две предыдущие; высота ее должна быть равна длине доски 1, умноженной на $\cos \varphi$. Эта доска на форточных петлях

соединяется с доской 1. Теперь нижний край доски 5 обопрём на доску 1 и, двигая в ту и другую сторону, установим ее с помощью угольника так, чтобы угол β (см. рис. 26) был прямым.

После этого отметим карандашом на основании положение доски 5 и по этим отметкам прибьем планки или бруски 6, как показано на рисунке. Понятно, что уже без всяких проб и измерений, ставя конец доски 5 между планками, мы можем быть уверены, что прибор установлен надлежащим образом.

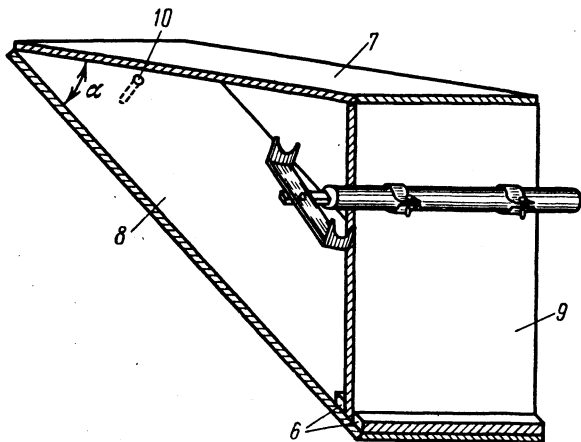


Рис. 27. Подвижная часть самодельного астрографа.

Экваториальный столик готов. Его легко можно складывать и переносить.

Теперь надо сделать подвижную часть прибора, которая будет на столике поворачиваться вслед за суточным вращением неба. Эта подвижная часть по форме такая же, как сам столик, только меньшего размера (рис. 27). Помещаться она будет на верхней доске столика.

На доске 7 подвижной части будем помещать подставки для фотоаппаратов. Для того чтобы они в любом положении были устойчивы, доска должна быть по возможности расположена горизонтально. Это достигается тем, что угол между досками 7 и 8 делается равным углу α экваториального столика,

т. е. равным 90° — ф. Примерные размеры верхней доски $45 \text{ см} \times 20 \text{ см}$. Ширина досок 8 и 9 такая же, как и доски 7. А длина досок определяется так: для доски 8 — длина доски 7 делится на $\cos \alpha$; для доски 9 — длина доски 7 умножается на $\tg \alpha$.

Нижняя часть доски 8 должна быть обработана так же тщательно, как и верх экваториального столика, ибо эта доска будет скользить по доске 1 (рис. 26).

Доску 7 соединим форточными петлями с доской 8 и доской 9. Нижний край доски 9 будет упираться в доску 8 между двумя планками 6, аналогично тому, как это было у экваториального столика.

В верхнюю часть доски 8, отступя от края сантиметров на 5, вобьем толстый гвоздь 10 острием вниз, так, чтобы его нижний конец выступал на 2—3 см. Этот гвоздь будет служить осью прибора. На доске 1 экваториального столика, отступя от верхнего края сантиметров на 7—10, сделаем отверстие — такое, чтобы гвоздь 10 свободно в него входил, но не болтался. Теперь вставим гвоздь — ось прибора — в отверстие. Подвижная часть прибора может поворачиваться вокруг этой оси. Для того чтобы основание подвижной части плавно скользило по экваториальному столику, трущиеся части натрем мылом. Эту операцию повторяем каждый раз перед фотографированием неба.

Общий вид прибора показан на рис. 28.

Наш прибор позволит фотографировать сразу двумя и более аппаратами разные участки неба. Поэтому мы и предложили сделать верхнюю доску достаточно большой, чтобы на ней можно было помещать сразу две (и более) подставки для фотоаппаратов.

Наконец, нам необходимо устройство, которое позволит медленно и плавно поворачивать подвижную часть. Лучше всего для этого к доске 8 подвижной части прикрепить тонкую бечевку, а к экваториальному столику — ось 11, на которую будет наматываться бечевка. Эта ось помещается на бруске, прибитом сбоку к доске 8 столика.

Вращая ручку оси, мы будем медленно наматывать на нее бечевку, переброшенную через блок 12,

и медленно тянуть подвижную часть, тем самым ее поворачивая.

Еще лучше вместо оси использовать механизм старого будильника. Из него вынимают пружину, делая это так, чтобы шестеренки могли свободно вращаться. На ось одной из больших шестеренок наматываем бечевку. Когда мы вращаем рукой одну из малых шестерен, бечевка наматывается на ось большой шестерни и поворачивает подвижную часть. Это движение можно назвать микрометрическим.

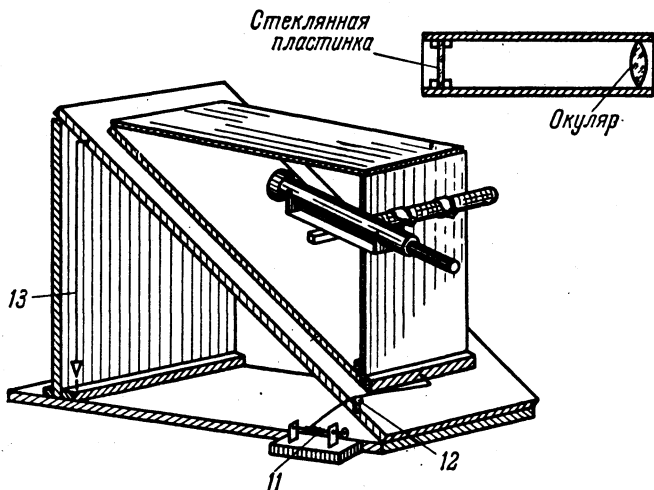


Рис. 28. Самодельный астрограф и схема гидирующего устройства.

Теперь остается добавить к этому устройству, с помощью которого будем контролировать по звездам поворот подвижной части. Это устройство будет называться гидом («ведущим»). Гидом может служить маленький самодельный телескоп типа описанного в главе первой.

При изготовлении гида выберем для объектива очковое стекло с фокусным расстоянием 30—50 см. Нет надобности, чтобы гид давал более чем десятикратное увеличение. А для окуляра можно взять такое же стекло, как и в описанном уже самодельном телескопе.

Для окончательного оформления гида понадобится круглая плоская стеклянная пластинка, подобная той, которую мы использовали для диагонального зеркальца гелиоскопа. Эту пластинку надо поместить в окулярную трубочку гида (см. рис. 28) на расстоянии от окуляра, в точности равном его фокусному расстоянию.

В центре этой стеклянной пластинки пером нанесим маленькое пятнышко черной туши на клею. Смотря в окуляр, мы должны отчетливо видеть это пятнышко.

Гид укрепляется на опорной доске 9 подвижной части. Он должен поворачиваться вокруг двух осей. Горизонтальной осью будет служить круглая, хорошо отполированная палка. Она с трением должна вращаться в зажимах с винтами на доске, как показано на рис. 27. Зажимы можно сделать из полосок жести.

Осью, перпендикулярной к горизонтальной, будет служить болт, прикрепленный к дощечке и вставленный в отверстие в выструганном прямоугольном уступе круглой палки. К этой дощечке тесемками прикрепим телескоп-гид (рис. 28).

Следить за суточным движением неба мы будем по одной из звезд экваториальной области. Микрометрическим движением поворачиваем подвижную часть так, чтобы выбранная звезда все время была закрыта черным пятнышком гида.

Прибор наш, как мы уже отметили, переносный. Все части его снимаются и складываются. Для контроля за правильностью его установки делается отвес 13 (рис. 28). О регулировке отвеса будет рассказано дальше, в разделе о приборах для определения высоты Солнца.

Астрограф может устанавливаться на любом устойчивом основании (столе и т. п.). Но лучше всего иметь постоянно оборудованное место для наблюдений — астрономическую площадку.

ГЛАВА ПЯТАЯ

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА И ЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Место для площадки

Мы уже не раз отмечали необходимость иметь для наблюдений постоянное место — астрономическую площадку, где были бы, например, вкопаны монументально или сложены из кирпичей столбы.

Конечно, в больших городах с плотным расположением высоких домов, при наличии сильной засвеченности неба в вечернее время — местами типа зарева — почти невозможно иметь астрономическую площадку, тем более индивидуальную. В некоторых отношениях условия для организации астрономической площадки могут быть более благоприятными на пришкольных и иных общественных участках. В сельских и близких к ним по типу местностях астрономическая площадка, тем более при групповой инициативе и последующем совместном использовании инструментов и приборов, может быть организована весьма хорошо.

Для организации астрономической площадки требуется сравнительно небольшой участок (допустим, в десяток квадратных метров и даже менее), имеющий возможно более открытый горизонт прежде всего в южной и западной сторонах неба. Невысокие строения, расположенные не очень близко, не могут сколько-нибудь заметно препятствовать наблюдениям.

Что касается избираемых направлений, то южная и западная стороны во всяком случае предпочтительнее

любых других. В ранние вечерние часы — а это наиболее доступное всем время для наблюдений — в западной и южной сторонах видна «растущая» Луна, в западной и юго-западной сторонах могут быть заметны планеты Венера и Меркурий в пору их восточных элонгаций. В южной стороне находятся внешние (по отношению к орбите Земли) планеты при наилучших условиях для наблюдений (в противостояниях, а после противостояний — во все более и более ранние часы в западном направлении).

Конечно, неплохо было бы иметь открытой и восточную сторону, где светила, интересные для наблюдений, поднимаются из-за горизонта в ряде случаев также ранним вечером. Что касается северной стороны, то она характерна прежде всего тем, что там никогда не бывают у нас видны ни Луна, ни планеты.

Если не считать ограждения отведенного для астрономической площадки участка, которое представляется необходимым по ряду причин и делается в виде, наиболее отвечающем возможным в каждом данном случае условиям, то на площадке прежде всего нужно отметить полуденную линию. Определив ее направление путем ряда наблюдений (см. об этом в разд. 2 этой главы), отметим ее положение неглубокой, возможно более длинной в данных условиях канавкой, которую затем заполним светлым песком, гравием, щебенкой (она должна выделяться в темноте).

Концы проведенной таким образом полуденной линии могут быть отмечены столбиками (палки, колья, жерди) — южным и северным.

Дальнейшее будет зависеть от возможностей и намерений тех, кто будет пользоваться площадкой. Могут быть вкопаны или сложены из кирпичей и упоминавшиеся нами монументальные столбы, которые позволяют устанавливать нужным образом инструменты и приборы, могут быть фундаментально построены солнечные часы. Если телескоп уноситься в помещение не будет, то его можно закрывать надвигающейся крышей или высоким ящиком из фанеры. Могут понадобиться также: приспособленный для записей постоянный столик, сиденья типа скамеек, освещение. Все это может быть сооружено при достаточной

инициативе и заботливости тех, кто займется этим делом.

Скажем здесь, какие приборы, помимо описанных в предыдущих главах, можно самостоятельно соорудить для астрономических наблюдений.

2. Определение полуденной линии

Для проведения астрономических наблюдений, а также для установки астрономических инструментов всегда необходимо знать точное направление полуденной линии (линия «север — юг»).

Магнитный компас для этой цели непригоден: стрелка его указывает направление на магнитный полюс Земли, находящийся на расстоянии около 1600 км от северного географического полюса. Задачу удобнее всего решить по наблюдениям изменений длины тени, отбрасываемой вертикально стоящим столбиком при освещении его Солнцем.

На месте, где обычно проводятся наблюдения, необходимо хорошо выровнять небольшую (около 1 кв. м) горизонтальную площадку. На том крае площадки, где солнце бывает около полудня, вбиваем в грунт нетолстый столбик с заточенным верхним концом высотой около 30 см. Очень важно установить столбик строго вертикально. Для этого его установку контролируем отвесом.

Наблюдения за тенью столбика начинаем часа за два до полудня. При этом отмечаем на площадке положение конца тени столбика приблизительно через каждые полчаса. Достаточно сделать три таких отметки до полудня.

Затем на столбик накидываем петлю, сделанную на конце шнура (веревки и т. п.). Петля должна свободно двигаться на столбике. Радиусом, равным расстоянию от столбика до каждой отметки, проводим концентрические дуги с центром в основании столбика (рис. 29, а). После полудня продолжаем наблюдать за тенью. Каждый раз, когда конец тени пересекает начерченные дуги, отмечаем его положение. Соединим попарно отметки на каждой дуге хордами. Прямая, проходящая через середину каждой хорды и основание столбика, покажет направление полуденной линии.

Вследствие возможных ошибок наблюдений и неточностей отметок прямые, соединяющие средние точки каждой хорды с основанием столбика, могут не

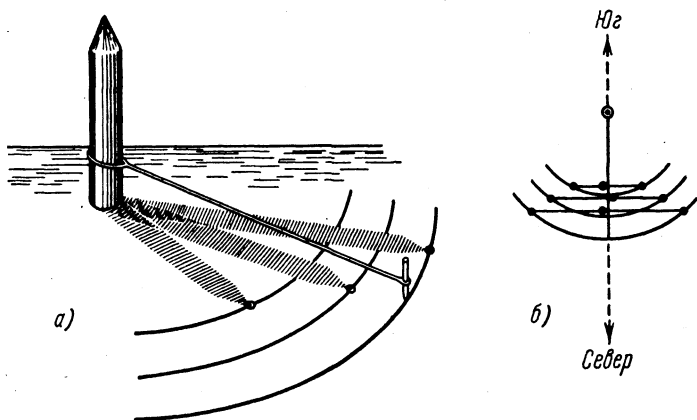


Рис. 29. Определение полуденной линии по Солнцу.

совпадать. Тогда нужно провести линию, которая будет по возможности ближе проходить от проведенных трех линий (рис. 29, б). Это и будет полуденная линия.

3. Определение географической широты пункта

Можно отсчитать широту интересующего нас пункта по географическим картам, если эти пункты на картах указаны. Для этого надо измерить расстояние пункта от ближайшей показанной на карте параллели. Широту рассчитываем соответственно масштабу карты.

Для определения географических координат без карт и справочников требуются астрономические наблюдения.

Известно, что географическая широта любого пункта на земном шаре в точности равна высоте полюса мира в данном пункте. Вблизи северного полюса мира находится Полярная звезда. Определив ее высоту над горизонтом в данном пункте, мы приблизительно определим широту пункта. Следует, однако, помнить, что Полярная отстоит от полюса на 1° . Поэтому даже при

достаточно точных измерениях ее высоты можно допустить ошибку в определении широты, если не ввести соответствующие поправки на изменение высоты Полярной звезды. Из серии наблюдений Полярной за много ночей можно вывести среднее, более близкое к правильному значение высоты полюса мира.

Определение высоты Полярной может быть произведено при помощи угломерных приборов, описанных в разд. 5 и 6 этой главы.

Определение широты можно провести и путем измерения полуденной высоты Солнца. Из полуденной высоты Солнца, определенной в какой-нибудь день, надо вычесть склонение Солнца на данный день (с учетом знака). Вычтя затем полученное число из 90° , мы найдем высоту полюса, а следовательно, широту интересующего нас пункта. (Склонение Солнца для разных дней года указывается в астрономических календарях.)

4. Приборы для измерения высоты Солнца

Высоту Солнца в истинный солнечный полдень можно всегда с достаточной точностью рассчитать по формуле

$$h_{\odot} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\odot}.$$

В этой формуле φ означает географическую широту пункта наблюдения, а $\delta_{\odot}$ — склонение Солнца. Эту последнюю величину можно взять из любого астрономического календаря. Но можно и самому измерить высоту Солнца следующим образом.

Схема первого прибора показана на рис. 30. Луч Солнца в этом приборе проходит через маленькое отверстие в экране и падает на шкалу, которая прямо показывает высоту Солнца в градусах. Чем больше высота Солнца, тем ближе к основанию перпендикуляра, опущенного на шкалу из отверстия, упадет солнечный «зайчик».

Прибор изготавливается следующим образом: из гладкой доски толщиной от 0,5 до 1 см, обработанной рубанком и наждачной бумагой, или из подходящего куска фанеры изготавливается основание прибора *a* длиной 30—35 см и шириной 5—7 см. На одном конце

доски устойчиво прикрепляют две вертикальные деревянные стойки *б* высотой по 11 см. На горизонтальной оси, проходящей через верхние концы стоек, укрепляется картонный экран *в* размером 5 см × 5 см. В центре этого экрана заранее делается круглое отверстие диаметром около 1 мм. Горизонтальная ось для этого экрана должна быть укреплена так, чтобы отверстие находилось на высоте 10 см от доски.

Другой точно такой же экран *г* помещается на второй горизонтальной оси так, чтобы его отверстие находилось на высоте 5 см от доски.

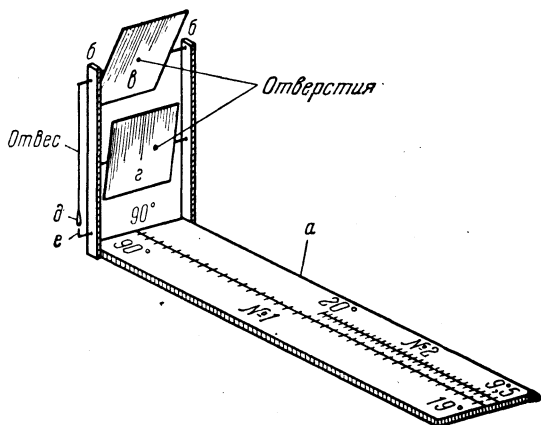


Рис. 30. Прибор для определения высоты Солнца над горизонтом.

Отверстие в этом экране должно быть смещено на 1 см ближе к одной из стоек. Оба экрана нужно отцентрировать так, чтобы при вращении их вокруг горизонтальных осей отверстия в них не перемещались относительно основания прибора и находились на постоянном расстоянии от доски: первое — на расстоянии 10 см, а второе — 5 см. Иначе говоря, оси вращения обоих экранов должны точно проходить через отверстия, предназначенные для пропуска солнечных лучей. Вместе с тем экраны должны за счет трения осей в стойках сохранять любое приданное им положение.

Экраном *в* мы будем пользоваться в том случае, когда высота Солнца превышает 20° , а экраном *г* — при меньших высотах. Соответственно этому изготовляются две шкалы (№ 1 и № 2) на основе таблиц 1 и 2, приводимых на стр. 59.

Шкалы можно нанести прямо на дощечку или сначала на кусок плотной бумаги размером с дощечку. Бумагу затем наклеивают на доску, но в этом случае при отсчете высоты отверстий в экранах надо, если бумага толстая, учитывать ее толщину и отсчитывать высоту от поверхности бумаги.

Деление 90° на шкале № 1 должно находиться точно под отверстием в верхнем экране. Для этого нужно еще до укрепления нижнего экрана сделать, воспользовавшись отвесом, отметку на доске. Само собой разумеется, что при этом доску надо располагать горизонтально (при помощи уровня).

Деление 20° шкалы № 2 должно находиться на расстоянии 137,3 мм от основания перпендикуляра, опущенного из отверстия в нижнем экране на поверхность доски. Для нахождения основания этого перпендикуляра также пользуются отвесом.

В пределах СССР Солнце может достигать наибольшей высоты, равной почти 80° (в крайних южных пунктах). По формуле, приведенной в начале этого раздела, можно заранее рассчитать наибольшую возможную высоту Солнца в пункте, где предстоит пользоваться описываемым прибором, и не градуировать шкалу в ненужных частях.

Для контроля за правильной установкой прибора на одной из стенок укрепляется отвес. Как раз под острием грузика отвеса *д* в стойке при горизонтальном положении доски укрепляется указатель *е*.

При последующих наблюдениях контроль за правильным положением прибора будет осуществляться при помощи отвеса, острие которого должно совпадать с указателем. Для предохранения отвеса от ветра во время наблюдений его можно поместить в стеклянную трубочку.

Схема действия прибора показана на рис. 31. Из рисунка явствует, что при большей высоте Солнца световой «зайчик» будет падать на горизонтальную доску ближе к основанию перпендикуляра, опущенного из

Таблица 1

Шкала для верхнего экрана

Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм
90	0,0	67	42,4	45	100,0	29,5	176,7
89	1,7	66	44,5	44	103,5	29	180,4
88	3,5	65	46,6	43	107,2	28,5	184,2
87	5,2	64	48,8	42	111,1	28	188,1
86	7,0	63	50,9	41	115,0	27,5	192,1
85	8,7	62	53,2	40	119,2	27	196,3
84	10,5	61	55,4	39	123,5	26,5	200,6
83	12,3	60	57,7	38	128,0	26	205,0
82	14,1	59	60,1	37	132,7	25,5	209,7
81	15,8	58	62,5	36	137,6	25	214,5
80	17,6	57	64,9	35,5	140,2	24,5	219,4
79	19,4	56	67,4	35	142,8	24	224,6
78	21,3	55	70,0	34,5	145,5	23,5	230,0
77	23,1	54	72,6	34	148,3	23	235,6
76	24,9	53	75,4	33,5	151,1	22,5	241,4
75	26,8	52	78,1	33	154,0	22	247,5
74	28,7	51	81,0	32,5	157,0	21,5	253,9
73	30,6	50	83,9	32	160,0	21	260,5
72	32,5	49	86,9	31,5	163,2	20,5	267,5
71	34,4	48	90,0	31	166,4	20	274,7
70	36,4	47	93,2	30,5	169,8	19,5	282,4
69	38,4	46	93,6	30	173,2	19	290,4
68	40,4						

Таблица 2

Шкала для нижнего экрана

Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 90°, мм
20	137,3	16	174,3	12,5	225,5
19,5	141,2	15,5	180,3	12	235,4
19	145,2	15	186,6	11,5	245,7
18,5	149,4	14,5	193,3	11	257,2
18	153,9	14	200,5	10,5	269,8
17,5	158,6	13,5	208,2	10	283,5
17	163,5	13	216,5	9,5	298,8
16,5	168,8				

отверстия в экране, при малых же высотах Солнца место падения «зайчика» будет находиться на больших расстояниях от основания этого перпендикуляра. При высотах Солнца, меньших $9^{\circ},5$, зайчик даже от отверстия в нижнем экране будет выходить за пределы дощечки.

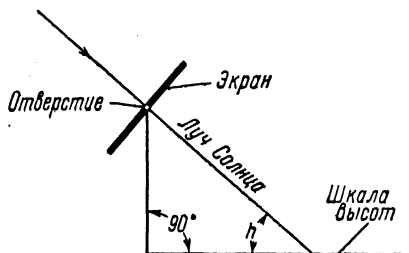


Рис. 31. Схема определения высоты Солнца по горизонтальной шкале.

Для измерений таких малых высот Солнца (в начале или в конце дня, или в пунктах с высокой широтой) можно соорудить специальный прибор, показанный на рис. 32. В этом приборе вводится добавочная

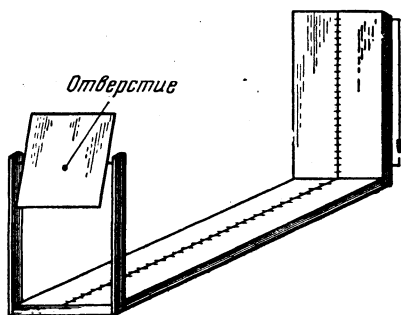


Рис. 32. Комбинированный прибор для определения высот Солнца.

вертикальная шкала, делающая прибор несколько более громоздким. Градуировка этой шкалы должна быть сделана по таблице 3. Градуировка горизонтальной шкалы производится ранее указанным способом по таблице 1, и притом только для верхнего экрана.

Вертикальная шкала

Деление в градусах	Расстояние от деления 0°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 0°, мм	Деление в градусах	Расстояние от деления 0°, мм
0	0,0	7	36,9	13	69,3
1	5,1	8	42,3	14	74,7
2	10,5	9	47,4	15	80,4
3	15,6	10	52,8	16	86,1
4	21,0	11	58,2	17	91,8
5	26,1	12	63,9	18	97,5
6	31,5				

Все высоты Солнца меньше 19° будут отмечаться на вертикальной шкале. Деление 0° на ней находится на высоте 10 см от основания прибора.

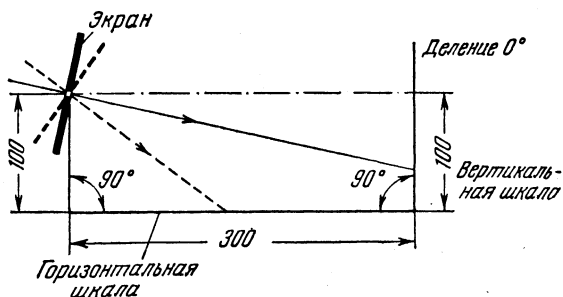


Рис. 33. Схема определения высоты Солнца комбинированным прибором.

Экран в данном случае будет один. Размеры основных частей прибора указаны на рис. 33 в миллиметрах.

5. Высотомеры и угломеры

Для измерения высоты небесных светил (кроме Солнца) можно изготовить высотомер, используя школьный транспортир, желательно из более крупных. К его прямоугольной линейке, на которой нанесен поперечный масштаб, прибивается тонкая дощечка,

верхний край которой должен быть очень ровным и как раз совпадать с внешним краем линейки транспортира. На концах дощечки можно сделать мушку и прорезь для более тонкой наводки. При вырезывании дощечки на середине той ее стороны, которая будет обращена к кругу транспортира, должен быть оставлен выступ, приходящийся на центр круга. К дощечке прикрепляется ручка — держатель, а к выступу — отвес (рис. 34).

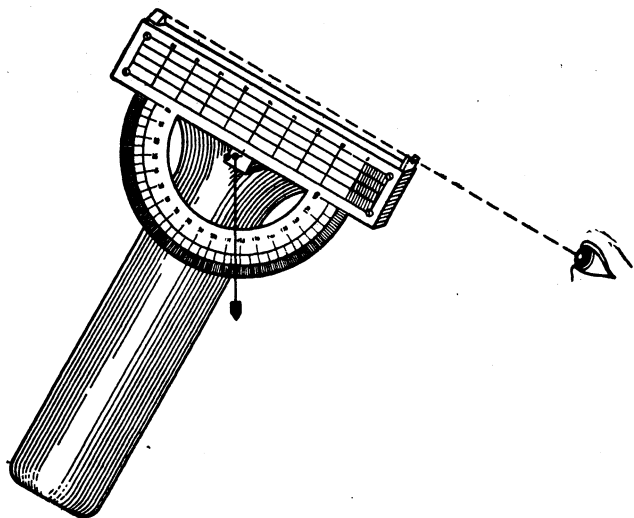


Рис. 34. Ручной высотомер.

Чтобы показания прибора были более точными, необходимо прикрепить отвес точно в центре круга транспортира.

В имеющийся здесь выступ дощечки вбивается тонкий гвоздик. На конце нити, на которой привешен грузик, делается петелька. Она накидывается на гвоздик так, чтобы нить могла свободно вращаться вокруг него. Нить с грузиком служит одновременно и отвесом, и указателем высоты светила.

Высотомер можно укрепить на штативе, как показано на рис. 35. Транспортёр такого вида должен свободно вращаться вокруг двух взаимно перпендикуляр-

ных осей. Отвес и в этом случае привязывается к гвоздику в центре круга транспортира.

Способ пользования высотомером ясен из его устройства: направляя его верхним краем на наблюдаемый объект, высоту которого надо определить, мы непосредственно по соответствующему делению, через которое в данном случае проходит нить отвеса, можем узнать угол возвышения наблюдаемого объекта над горизонтом.

Заметим, однако, что когда линейка транспортира расположена горизонтально, нить проходит через деление « 90° ». Когда же она вертикальна, нить проходит через деления « 0° » и « 180° ».

Таким образом, наш высотомер показывает, собственно, не высоту наблюдаемого объекта над горизонтом (h), а его зенитное расстояние (z). А высоту мы узнаем, вычтя зенитное расстояние из 90° :

$$h = 90^\circ - z.$$

При наблюдении соблюдаем следующие условия:

1. Опираемся локтями на что-нибудь устойчивое (стол, забор, сук дерева).

2. Наводим транспортир его верхним краем, как бы прицеливаясь (смотря одним глазом вдоль края), так, чтобы наблюдаемый объект (звезда, планета, Луна) находился на продолжении прямой, идущей к нему от глаза вдоль верхнего края транспортира.

3. Осторожно прижимаем нить отвеса к дуге транспортира и смотрим, через какое деление шкалы проходит нить отвеса при наблюдении светила.

Для измерения углового расстояния между двумя точками на небесной сфере может служить очень простой прибор, схема которого показана на рис. 36. Прибор состоит из двух планок, каждая длиной около 65 см. Планка б поворачивается относительно

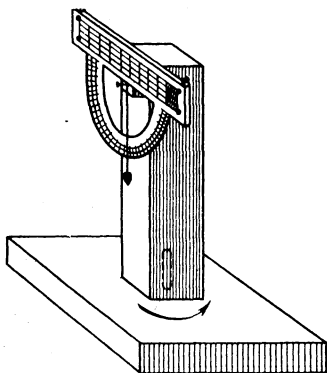


Рис. 35. Высотомер на подставке.

планки *а* вокруг штифта *в*. В концы планок вбиваются штифты *г* и *д* (булавки, небольшие гвоздики без шляпок, толстые патефонные иголки). К планке *а* прикрепляется дощечка *е*, на которой чертится дуга окружности радиусом 57 см с центром в точке *в*. Вдоль окружности через 0,5 см наносим деления, ставя первое деление на линии, соединяющей штифты *в* и *д*. При указанных условиях расстояние между делениями соответствует 0°, 5. Оцифруем деления через одно в градусах. В планке *б* делается вырез на расстоянии 57 см от штифта *в*, как показано на рис. 36. На линии, соединяющей штифты *в* и *г*, у выреза ставим метку. Против этой метки будем считывать угол, на который раздвинуты планки. Поднося штифт *в* к глазу, наводим штифт *д* на одно светило, а затем, раздвигая планки, штифт *г* — на другое светило. Против метки прочитаем число, показывающее угловое расстояние между светилами.

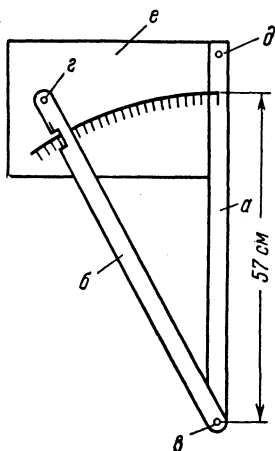


Рис. 36. Простейший угломерный инструмент.

Против метки будем считывать угол, на который раздвинуты планки. Поднося штифт *в* к глазу, наводим штифт *д* на одно светило, а затем, раздвигая планки, штифт *г* — на другое светило. Против метки

прочитаем число, показывающее угловое расстояние между светилами.

6. Универсальный инструмент

Этот прибор служит для одновременного измерения углов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, например азимута и высоты небесного светила. Самодельный универсальный инструмент показан на рис. 37.

Из гладкой доски толщиной в 1 см выпиливается круг радиусом в 10 см. Если круг выпилить будет затруднительно, можно сделать квадрат со стороной в 20 см. Это будет основание прибора *а*. В основании делаются три отверстия: на круге они будут отстоять друг от друга на 120°. В эти отверстия должны быть врезаны гайки, приспособленные к пропусканию через них трех болтов *б*. Болты будут ножками нашего при-

бора. (Операция этого рода была описана в разделе 4 главы четвертой.)

Ввинчивая или вывинчивая болты, можно выравнять прибор, придавая ему строго горизонтальное положение. Прибор на трех ножках свободен от качаний.

На основании прибора чертится круг радиусом в 8 см с центром в центре основания. На окружности

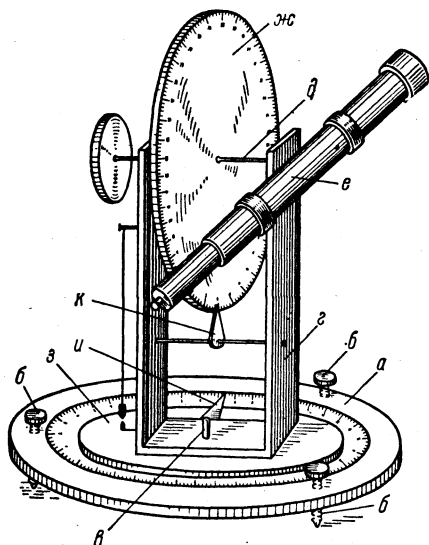


Рис. 37. Самодельный универсальный инструмент.

этого круга наносятся по часовой стрелке деления через каждые полградуса. В центр круга вертикально вбивается толстый недлинный гвоздь *в*. Он должен выступать над доской сантиметра на три. Это будет вертикальная ось нашего инструмента. Далее изготавливается «вилка» *г*. Основанием «вилки» служит ровная тонкая дощечка длиной 8 см и шириной 1,5 см, в центре которой делается отверстие диаметром по толщине вертикальной оси прибора (гвоздя *в*). К этой дощечке прикрепляются вертикальные стойки, обе высотой в 20 см. В них на одинаковой высоте делаются отверстия, в которые вставляется горизонтальная

ось d . Эта ось должна быть строго перпендикулярной к вертикальной оси и вращаться с небольшим трением. На одном конце горизонтальной оси перпендикулярно к ней наглухо прикрепляется деревянная планка размером $10\text{ см} \times 3\text{ см}$, которая послужит для крепления зрительной трубы e , а на другом — тоже наглухо прикрепляется небольшой деревянный кружок, при помощи которого можно вращать горизонтальную ось.

На середине горизонтальной оси в вилке помещается круг $ж$ из картона или тонкой фанеры радиусом в 8 см . Круг наглухо скрепляется с осью. На окружности этого круга по часовой стрелке наносятся деления через полградуса.

Рекомендуется их наносить в таком порядке: сначала более крупные (например, через 5°), затем более дробные — до градуса и полградуса. Большую точность на подобном приборе обеспечить, конечно, невозможно. При нанесении делений лучше всего использовать транспортир достаточно крупных размеров.

Насадить круг на ось надо так, чтобы его центр находился на горизонтальной оси, а плоскость его была перпендикулярна к этой оси.

Основание вилки прикрепляется столярным клеем к деревянному кругу $з$ радиусом в 4 см или к квадрату со сторонами такого же размера. Это будет основа поворотной части прибора. В центре его также делается отверстие для вертикальной оси прибора.

К основанию подвижной части прикрепляется указатель $и$, а к вилке — указатель $к$. Указатель $и$ для горизонтального круга должен быть параллелен оптической оси зрительной трубы, когда она расположена горизонтально, а указатель $к$ для вертикального круга должен указывать на деление 0° , когда труба также расположена горизонтально. Это должно быть проверено при помощи уровня.

В качестве зрительной трубы можно использовать маленький телескоп, какой был описан в качестве гида астрографа (раздел 4 главы четвертой).

Можно сделать зрительную трубу и такой конструкции: в фокусе окуляра самодельной зрительной трубы натянем две взаимно перпендикулярные белые нити, которые будут служить для точного наведения трубы на светило,

Нити должны быть очень тонкие, но крепкие, так как их надо натягивать достаточно туго. Для прикрепления нитей к окулярной трубке будет особенно пригоден широко распространенный канцелярский казеиновый клей. К моменту прикрепления нитей к трубке нанесенный на нее клей должен быть достаточно подсушен, чтобы можно было сразу же закрепить нить в нужном положении.

Полной перпендикулярности нитей можно не добиваться, имея в виду, однако, неперемutable условие: точка, где нити перекрещиваются, должна находиться на оптической оси линзы окуляра.

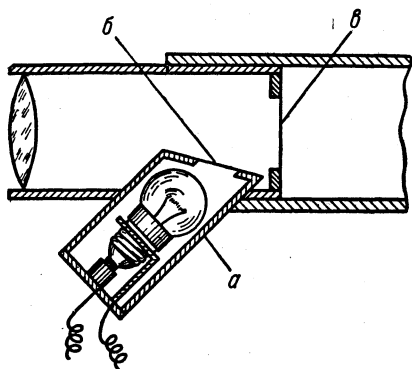


Рис. 38. Устройство для освещения нитей универсального инструмента.

На темном фоне ночного неба нити видны плохо и поэтому их следует освещать лампочкой от карманного фонаря при помощи простого устройства, показанного на рис. 38. Лампочка ввинчивается в маленький патрон, который помещен в трубочку *а*, прикрепленную сбоку к окулярной трубке. На переднем конце трубочки сделано небольшое отверстие *б*, закрытое тонкой белой бумагой. Рассеянный свет из этого отверстия и будет освещать нити *в*. Трубочка вставляется в окулярную трубку несколько наклонно, чтобы свет из отверстия не попадал в глаза.

К лампочке должны быть протянуты длинные тонкие провода, не мешающие подвижности зрительной

трубы. Можно заменить крест нитей круглой плоской стеклянной пластинкой, на которой процарапаны тонкие перекрещивающиеся линии.

Зрительная труба тесемками или кольцами прочно прикрепляется к планке так, чтобы центр ее тяжести находился против конца горизонтальной оси.

При наблюдениях необходимо, ввертывая или вывертывая одни или другие ножки, устанавливать прибор горизонтально. Это контролируется отвесом, который должен быть прикреплен к одной из вертикальных стоек. (Регулировка отвеса описана в разделе 4 главы пятой.) Кроме того, линия, соединяющая деления $0-180^\circ$ на горизонтальном круге, должна совпадать с направлением полуденной линии.

7. Глобус — указатель солнечного времени

Этот очень любопытный и простой прибор показывает положение земного шара в любой момент относительно лучей Солнца, иначе говоря, как Земля освещается Солнцем. По нему можно быстро установить солнечное время в любом месте Земли.

Обычный географический глобус устанавливается в неподвижном положении следующим образом. Ось, на которую он насажен, должна быть наклонена к горизонтальной плоскости на угол, равный широте нашего пункта. Северный конец оси необходимо возможно точнее направить на небесный полюс. При этом глобус надо повернуть вокруг оси так, чтобы географический меридиан, проходящий через наш пункт, оказался в плоскости небесного меридиана. Иначе говоря, местонахождение нашего пункта должно быть на глобусе в самом высоком положении. В точку, соответствующую нашему пункту на глобусе, можно воткнуть булавку перпендикулярно плоскости, касательной к поверхности глобуса в этой точке.

Глобус закрепляется в заданном положении.

Легко видеть, что Солнце всегда будет находиться относительно глобуса в таком же положении, в каком оно будет относительно земного шара, а днем тень от булавки будет изменять свое направление и длину соответственно изменениям положения Солнца относительно нашего горизонта. В истинный солнечный пол-

день тень от булавки должна совпадать с направлением географического меридиана нашего пункта и с направлением полуденной линии.

Этот глобус может показывать солнечное время любого пункта на земном шаре, если его охватить по экватору нешироким кольцом из гладкого нетолстого картона или из плотной бумаги. Кольцо делится на 24 равных доли, каждую из которых можно разделить еще и пополам или на три-четыре части, соответственно часам суток и их долям. Номера делений ставятся слева направо, то есть по направлению от запада к востоку.

Если в интересующий нас момент расположить кольцо так, чтобы на меридиане нашего пункта оказалось деление, соответствующее нашему солнечному времени, то на кольце можно сразу увидеть, каково солнечное время на любом другом меридиане.

Солнечное время пункта наблюдения определяется по солнечным часам, устройство которых описано в следующем разделе.

8. Экваториальные солнечные часы

Для устройства этих часов (рис. 39) готовят две гладкие, обработанные рубанком и наждачной шкуркой квадратные дощечки, обе одинакового размера — $22\text{ см} \times 22\text{ см}$. На одной из них радиусом в 10 см чертятся с обеих сторон одинаковые окружности с общим для них центром в центре квадрата. Окружности делятся на двадцать четыре равные части, которые нумеруются от 0 до 23 так, чтобы нулевые деления находились точно против середины одной из сторон доски. На одной плоскости нумерация ведется по часовой стрелке, на другой — в обратном направлении. (Очевидно, что при этом одни и те же номера будут находиться друг под другом.) Каждое деление можно разделить еще на четыре или на шесть частей — по 15 или 10 минут каждая.

В центре доски делается отверстие диаметром в 5 мм . В этом отверстии крепится столбик — круглая прямая палочка длиной 13 см — так, чтобы середина его находилась как раз в отверстии доски, а сам столбик был перпендикулярен к доске. Тень,

отбрасываемая этим столбиком, и будет служить указателем солнечного времени.

Стороной, у которой стоит число 12, эта доска шарнирно (например, на маленьких металлических петлях или так, как показано на рисунке внизу) соединяется со второй такой же доской. При этом кверху должен быть обращен тот циферблат, на котором деления пронумерованы по часовой стрелке. При помощи вертикальных подпорок или угольников обе

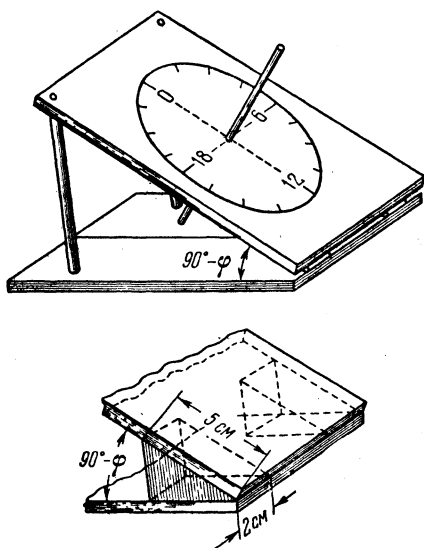


Рис. 39. Экваториальные солнечные часы.

доски устанавливаются так, чтобы угол между их плоскостями был равен $90^\circ - \varphi$, где φ — географическая широта пункта, в котором будут применяться эти часы.

Необходимо, чтобы проекция линии 0—12 на нижнюю доску точно совпадала с направлением полуденной линии, а сама эта доска располагалась горизонтально.

В апреле — сентябре тень от столбика будет падать на верхний циферблат, в октябре — марте — на нижний.

9. Горизонтальные солнечные часы

Для горизонтальных часов (рис. 40) берут одну доску размером $20\text{ см} \times 20\text{ см}$. На этой доске наносят циферблат часов. Но сделать это надо не так, как в экваториальных часах, а по особым правилам. У середины одной из сторон доски делается отметка 12 и проводится перпендикуляр к стороне через эту отметку. На перпендикуляре фиксируется точка, находящаяся на расстоянии 15 см от края доски. Полученная точка будет «центром» часов. Остальные деления часов наносят, пользуясь помещенным здесь графиком (рис. 41).

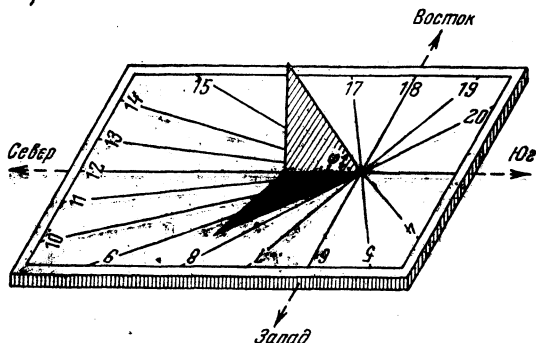


Рис. 40. Горизонтальные солнечные часы.

На графике указано расстояние в градусах между часовыми делениями на циферблате. На оси абсцисс графика (горизонтальная линия) указаны широты. Соответственно широте нашего пункта избираются углы, на которые будет отстоять один час от другого. Например, для широты 50° отметки 11 часов и 13 часов должны быть сделаны на расстоянии от отметки 12 в одну и другую сторону через 13° ; на широте 55° (посередине между 50° и 60°) деления 7 часов и 17 часов — на расстоянии от той же начальной отметки 108° , а 6 и 18 часов — соответственно на 90° . За начало отсчета принимают отметку «12 часов»; общей вершиной центральных углов на циферблате служит «центр» часов. Из тонкой фанеры вырезается указатель в форме прямоугольного треугольника. Прикрепляемый

к циферблату катет этого треугольника должен иметь длину около 10 см, а острый угол при нем должен быть равен географической широте того места, где эти часы будут применяться.

- Указатель прикрепляется к циферблату так, чтобы:
- 1) вершина угла, равного широте места, была в «центре» часов; 2) катет шел по направлению к отметке «12 часов»; 3) плоскость указателя была перпендикулярна плоскости циферблата.

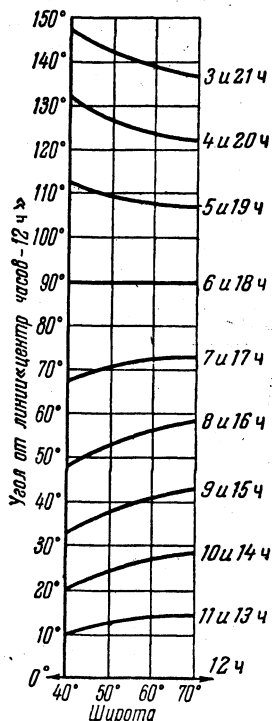


Рис. 41. График для нанесения делений на горизонтальных солнечных часах.

Для установки часов надо, чтобы прямая, соединяющая «центр» с отметкой 12, шла вдоль полуденной линии, а плоскость циферблата была горизонтальна.

И горизонтальные, и экваториальные часы показывают истинное солнечное время, считаемое от истинной солнечной полуночи.

Для перевода этого времени в декретное, по которому мы живем, надо сделать небольшие расчеты:

1) прибавить (алгебраически, со знаком «плюс» или «минус») уравнение времени на данный день и таким образом получить среднее местное время;

2) прибавить или отнять то число минут, на которое местное время, соответствующее долготе данного пункта, отличается от поясного времени, и таким образом получить поясное время (см., например, Цесевич В. П., Что и как наблюдать на небе, Физматгиз, 1963);

3) прибавить 1 час, чтобы получить декретное время.

Уравнение времени (разность между средним и истинным солнечным временем) приводится в каждом выпуске «Астрономического календаря».

10. Планшет

Для записи астрономических наблюдений и для зарисовки небесных светил наблюдателю хорошо, конечно, иметь на месте наблюдения стол, но это не всегда возможно. Хорошо сделанный планшет вполне может заменить стол. Планшет должен быть легким, удобным для записей и рисования. Стол или планшет должны иметь приспособления для освещения при наблюдениях в темноте.

Планшет можно сделать следующим образом. К фанерной гладкой дощечке размером около 25×25 см, покрытой гладким картоном, кнопками прикрепляют бумагу для записей и зарисовок. В левом дальнем от наблюдателя углу планшета укрепляется патрон с лампочкой от карманного фонаря. Свет от лампочки должен падать только на бумагу и не попадать в глаза. Для этого лучше всего сделать колпак, как показано на рис. 42. Отверстие колпака закрывается калькой или промасленной бумагой для создания мягкого рассеянного света. Отверстие колпака направляется на бумагу. На планшете надо сделать выключатель, лучше в виде рычажка. Провода от выключателя идут к батарее, которая помещается в кармане наблюдателя.

К планшету с боков прикрепляется тесьма, которая во время наблюдений перекидывается через шею. Тесьма должна быть такой длины, чтобы удобно было на планшете писать и рисовать; она должна обеспечивать планшету достаточную устойчивость и удобство пользования им.

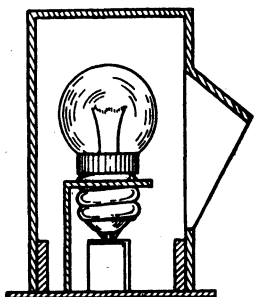


Рис. 42. Осветительное приспособление для планшета.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

НАБЛЮДЕНИЯ

1. Что, когда и как наблюдать

Вполне понятно, что астрономические наблюдения должны проводиться с известной планомерностью, которую определяет знание того, что, когда и как будет наблюдаться. Нельзя же бесцельно вертеть телескоп, направляя его куда попало. И конечно, всякий любитель астрономии должен иметь не только вооружение для наблюдений, но и астрономические сведения, хотя бы и самые общие. Он должен знать звездное небо, уметь разбираться в положении звезд и созвездий. Ему надо «освоиться» с Луной — знать смену ее фаз и условия видимости, а также расположение на ней важнейших деталей, видимых невооруженным глазом и в самодельный телескоп. И на звездном небе, и на Луне надо прежде всего запомнить некоторые опорные участки и пункты.

Само собой разумеется, надо знать то, что составляет основы астрономической грамотности: важнейшие данные о строении нашей солнечной системы, о природе планет, Солнца, звезд и других небесных тел. В общем это все то, о чем говорит школьный учебник астрономии. А кроме того, надо обогащать себя астрономическими знаниями, читая подходящую и доступную литературу, в том числе и статьи в разных периодических изданиях.

Ограничимся этими самыми общими советами, подкрепив в дальнейшем некоторые из них справочными сведениями.

2. Астрономические справочники и инструкции

Квалифицированный любитель астрономии, обладающий нужными знаниями, может в ряде случаев принести пользу науке, например, проводя систематические наблюдения Солнца, лунных деталей, переменных звезд, метеоров, затмений Солнца и Луны... Такие наблюдатели руководствуются специальными пособиями, важнейшие из которых: «Астрономический календарь» Всесоюзного астрономо-геодезического общества, выпускаемый издательством «Наука» (постоянная часть и ежегодные выпуски) и «Справочник любителя астрономии» П. Г. Куликовского (Физматгиз, 1961). Кроме того, имеется ряд инструкций для наблюдений. Обо всех этих пособиях даны сведения в списке рекомендуемой литературы.

Менее подготовленные или не имеющие возможности уделять занятиям астрономией достаточного времени любители могут черпать нужные справочные сведения из «Школьного астрономического календаря», выпускаемого каждый год издательством «Промсвещение».

3. Азбука звездного неба

При первом взгляде на звездное небо мы обнаруживаем, что одни звезды ярче, другие слабее, и уже в древности видимые невооруженным глазом звезды были разделены по блеску на шесть *звездных величин*. Самые яркие звезды были отнесены к первой звездной величине, самые слабые — к шестой. Позднее понятие звездной величины было уточнено и расширено. Была принята такая шкала звездных величин, в которой звезды пятой величины слабее звезд первой величины в 100 раз. Отсюда получается, что различие на одну звездную величину соответствует разности блеска в 2,5 раза. Появились понятия дробных и отрицательных звездных величин. В этой шкале звездная величина Солнца равна — 26,8, а полной Луны — 12,6.

Также очень давно стали обозначать звезды в созвездиях буквами греческого алфавита. Обычно самую яркую звезду обозначали буквой α (альфа), следующую по блеску — буквой β (бета) и т. д.

С изобретением телескопа и ростом мощности этого инструмента стали открывать звезды, не доступные невооруженному глазу. Букв греческого алфавита оказалось мало. Звезды стали обозначать латинскими буквами и их комбинациями, а затем и просто номерами.

Начинать ознакомление со звездным небом удобнее всего на первых порах с семизвездия Большой Медведицы. Как известно, расположение этих звезд напоминает кастрюлю или ковш с изогнутой ручкой.

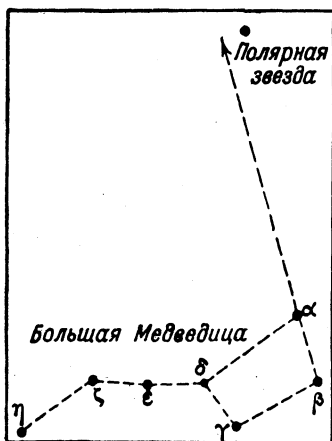


Рис. 43. Способ отыскания Полярной звезды.

В любой час любого вечера и ночи эти звезды всюду в СССР находятся над горизонтом, за исключением крайних южных мест нашей страны (на широтах приблизительно 40° и южнее). Здесь эти звезды, опускаясь в северной стороне, могут частично заходить или быть просто незаметными благодаря дымке у горизонта. Эти звезды и надо прежде всего привыкнуть без затруднений опознавать при первом же взгляде и на не очень темное небо.

Найдя α и β Большой Медведицы — звезды, которыми начинаются очертания «ковша», — следует по ним искать Полярную звезду, идя глазом от β (в донной части ковша) к α . Полярная звезда находится на расстоянии, в пять раз превышающем расстояние между этими первыми звездами «кастрюли» (рис. 43). Блеск Полярной невелик (около 2-й звездной величины), но не найти ее невозможно: сколько-нибудь близко к тому месту, где она находится, нет больше других звезд, сравнимых с ней по блеску.

Полярная — это наиболее яркая звезда в созвездии Малой Медведицы. Семь вполне приметных звезд этого созвездия также напоминают своим видимым расположением кастрюлю, но она меньшего размера,

ручка ее изогнута в противоположном направлении по сравнению с Большой Медведицей и пять звезд из семи, ее образующих, имеют меньший блеск, чем Полярная.

Этих вводных данных было бы вполне достаточно для того, чтобы каждый интересующийся мог сам провести дальнейшее ознакомление с созвездиями, пользуясь подвижной картой звездного неба. Но всегда бывает так, что без некоторых дополнительных указаний очень простое в сущности дело — нахождение на небе и узнавание наиболее ярких звезд и запоминающихся их групп — для многих людей является затруднительным: все-таки пользование картой, показывающей взаимное расположение звезд на небосводе, находящемся вверху, в их проекции на плоскость, расположенную внизу, требует значительной практики. Надо еще привыкать к отождествлению показанного на карте с тем, что видно на внутренней поверхности шаровидного купола. Поэтому независимо от наличия карты можно на первых шагах проводить ознакомление с расположением звезд описываемым далее порядком.

Если Большая Медведица находится высоко над горизонтом (например, в вечерние часы весной, глубокой ночью зимой), всегда можно различить прямо под семизвездием (со стороны «дна» ковша) широко раскинувшуюся группу звезд, образующих геометрическую фигуру трапеции. Это созвездие Льва. В правом нижнем углу трапеции — яркая звезда α . Она имеет собственное имя Регул (по-русски это означает «царек», «царевич»).

Продолжив линию, проводимую мысленно от α Большой Медведицы к Полярной звезде, далее в том же в общем направлении, мы придем к очень приметной группе из пяти звезд, сравнимых по блеску с Полярной. Эти пять звезд видимым расположением напоминают растянутую за ножки букву М, только не всегда стоящую так, как она помещена в печатной строке. В иные дни и часы она может быть перевернутой, и тогда ее лучше сравнить с буквой W (дубль-вэ латинского алфавита). Это наиболее яркие звезды созвездия Кассиопеи (рис. 44). Они находятся от Полярной на таком же расстоянии, как и семизвездие

Большой Медведицы. Они также никогда у нас не скрываются за горизонт (опять-таки за исключением самых южных областей нашей страны).

Кассиопея и Большая Медведица расположены симметрично относительно Полярной. Поэтому звезды Кассиопеи занимают относительно горизонта противоположное «ковшу» место: Большая Медведица низко над горизонтом на севере, Кассиопея высоко в небе, вблизи зенита, и наоборот.

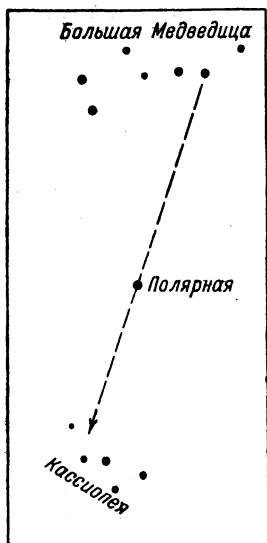


Рис. 44. Поиски созвездия Кассиопеи.

Если звезды Кассиопеи видны высоко в небе, особенно вблизи зенита, или когда они опускаются к западу, можно сразу узнать высоко поднимающиеся над горизонтом в южной стороне и находящиеся ниже Кассиопеи звезды трех созвездий — Пегаса, Андромеды и Персея. Опознаются они сразу же вот как: семь наиболее ярких, сравнимых друг с другом и со звездами Кассиопеи звезд этих трех созвездий образуют в небе третью «кастрюлю», напоминающую «кастрюлю» Большой Медведицы. Но размеры этого третьего семизвездия гораздо больше. Удобно также заметить и запомнить, что «ручка» этой но-

вой грандиозной «кастрюли» изогнута, а «резервуар» имеет квадратную форму. Последние четыре звезды часто так и называют «квадрат Пегаса». Однако из этих звезд только три принадлежат к созвездию Пегаса; левая верхняя в квадрате — это α Андромеды. Левее этой звезды, образуя с ней почти прямую линию, расположены β и γ (гамма) Андромеды, а еще левее и ниже, в конце «ручки» — β Персея.

Теперь, в зависимости от времени года и суток, заметим две важнейшие и удобнейшие для последующих экскурсий области звездного неба. Летними и осенними вечерами и ночами в южной (в юго-восточной

или юго-западной) стороне неба ярко сияют три звезды, своим расположением очень напоминающие огромный почти равнобедренный треугольник, обращенный вершиной книзу. В правом верхнем углу треугольника находится звезда Вега — α созвездия Лиры, самая яркая звезда во всей северной половине неба. Это первая звезда, расстояние до которой было довольно точно определено в 1837 г. крупнейшим русским астрономом первой половины XIX в. В. Я. Струве. Левая звезда в основании треугольника — Денеб, α Лебеда, а нижняя, в вершине треугольника — Альтаир, α Орла.

Если небо достаточно темное и чистое, левее Альтаира можно обнаружить очень интересную небольшую по площади группку не очень ярких звезд: четыре образуют правильный ромб и одна находится немного на отлете. Это созвездие Дельфина.

Если наблюдение проводится зимними и не очень поздними весенними ночами и вечерами, южная сторона неба привлекает внимание большим количеством очень ярких звезд. Эта огромнейшая область звездного неба является самой богатой яркими звездами на всем звездном небе.

Срединную часть этой области занимает созвездие Ориона, четыре яркие звезды которого образуют неправильный четырехугольник, а три несколько менее яркие вытянулись внутри этого четырехугольника в прямую линию. Это так называемый «пояс» Ориона. Левая верхняя в четырехугольнике — красноватая звезда Бетельгейзе, α Ориона; замыкая диагональ, у противоположного угла сияет очень яркая белая звезда Ригель, β Ориона; в правом верхнем углу — Беллатрикс, γ Ориона; на конце диагонали, идущей от этой звезды, — более слабая безымянная κ (каппа) Ориона.

По направлению пояса Ориона, левее этого созвездия сияет, переливаясь всеми цветами радуги, самая яркая звезда всего неба — Сириус, α Большого Пса. Эта звезда ярче Веги раза в три, но находится она южнее небесного экватора и, следовательно, принадлежит к южной половине звездного неба. Выше Сириуса блесит яркая звезда Процион, α созвездия Малого Пса, а еще выше — две тоже выделяющиеся своим блеском звезды созвездия Близнецов,

верхняя — α (Кастор) и нижняя — β (Поллукс). Еще выше блесит очень яркая Капелла, α Возничего, а правее и ниже ее — красноватая яркая звезда Альдебаран, α Тельца. В этом созвездии на несколько туманном светлом фоне сияют знаменитые Стожары — звездное скопление Плеяды.

Сказанного здесь вполне достаточно для начала хорошего знакомства со звездным небом.

4. Подвижная карта звездного неба

В приложении дана карта звездного неба. Чтобы иметь возможность заранее определить, какое положение будут занимать те или иные небесные светила относительно горизонта в интересующее нас время в нашем месте наблюдения, карта звездного неба имеет накладной круг.

Карту и накладной круг надо наклеить на достаточно плотный, но не очень толстый картон (для облегчения вырезывания). Просохшие (во избежание коробления под прессом, например под стопкой книг) листы аккуратно обрезаются кругом. В накладном круге делается внутренний вырез по одной из помещенных на нем линий. Линии для выреза избираются применительно к широте места, в котором предполагается пользоваться картой.

То, что вырез делается не точно в соответствии с географической широтой места, а с допуском в $2-3^\circ$ в ту или иную сторону, заметных погрешностей в наблюдениях вызвать не может.

Края выреза в накладном круге отмечают горизонт. Его основные точки отмечены на накладном круге.

От точки юга к точке севера на накладном круге надо протянуть темную нить. Она покажет положение небесного меридиана, делящего небосвод на восточную и западную части. На ее середине надо сделать узелок и от него протянуть нити к точкам востока и запада. Это будет линия восток — запад. Пользуясь этими нитями, можно говорить более точно о положении небесных светил в северо-восточной, юго-восточной, северо-западной и юго-западной частях неба. Кругообразный край выреза показывает

положение горизонта в пункте с данной широтой. Не надо удивляться тому, что линия восток — запад получилась ломаной (вообще говоря, она должна быть кривой): ведь наша карта — это проекция небесной сферы на плоскость, а при таком проектировании неизбежны искажения.

Месяцы и их числа помечены на краю карты по ходу стрелки часов, часы же суток — по краю накладного круга в обратном направлении. Перемещая карту под накладным кругом (или, что то же, накладной круг по карте) соответственно росту времени по часам накладного круга (так, чтобы звезды в восточной половине поднимались, а в западной опускались к горизонту), можно проследить видимое суточное движение неба и интересующих нас светил (их восход, кульминации и заход).

Пользование картой сводится в основном к следующему: накладной круг кладется на карту так, чтобы нужный нам час пришелся против даты, соответствующей наблюдениям. Тогда в вырезе накладного круга будут находиться те звезды, которые в данный момент оказываются над горизонтом, и притом именно в указанных картой направлениях и положениях. Части звездного неба, закрытые накладным кругом, в момент, соответствующий положению этого круга, не видны.

Соответствие показаний карты с наблюдаемой картиной звездного неба будет полным, если карту приподнимать над собой, ориентируя ее по наблюдаемым на небе объектам.

Соответственно часовым кругам, оцифрованным по краю карты, можно определять звездное время *), помня, что его показывает часовой круг, совпадающий с небесным меридианом (темной нитью) в южной его части. Имеются при этом в виду и промежуточные радиальные линии между проведенными на карте и оцифрованными по ее краю: положение этих линий нетрудно определять применительно к проведенным.

Нужно внимательно следить за тем, чтобы небесный меридиан (темная нить) при работе с картой всегда

*) См. раздел 2 главы восьмой.

проходил через небесный полюс (через Полярную звезду), а край накладного круга совпадал с краем звездной карты, не закрывая обозначений дат.

Даты на краю карты указывают положение Солнца на данное число.

С помощью подвижной карты звездного неба можно разрешать разнообразные вопросы. Вот примеры их.

Какие созвездия видны в тот или иной час определенной даты в северной, северо-восточной, северо-западной, южной и других сторонах неба? Вблизи зенита? Какие из них заходят? Какие яркие звезды находятся в это время близ верхней или нижней кульминации? Когда восходит или заходит та или иная звезда?

Когда в тот или иной день интересующее нас созвездие полностью поднимается над горизонтом и где его искать? Заходят ли у нас те или иные созвездия?

В какое время звезды того или иного не заходящего у нас созвездия бывают в нижней кульминации?

В какие часы каких месяцев данная звезда может быть видна близ зенита? Когда эта звезда бывает вечером низко над горизонтом в северной стороне?

Можно ли видеть данное созвездие в то время, которое мы имеем возможность выделить для наблюдений?

5. Условия видимости Луны

Безусловно необходимо каждому наблюдателю знать то, что характеризует движение Луны — видимое (вследствие суточного вращения земного шара) и истинное, из-за которого и происходит смена лунных фаз.

Знать, когда, в какой фазе и в какой части неба может быть видна Луна, всегда необходимо, даже если предстоят наблюдения каких-либо других объектов. К примеру: свет полной или почти полной Луны может являться значительной помехой наблюдению метеоров и любых участков звездного неба, тем более вблизи того места, где сияет Луна.

Фазы Луны указываются не только в астрономических ежегодниках, но даже в отрывных и перекидных календарях.

О времени же восхода и захода Луны, а также об азимутах точек ее восхода и захода можно получить сведения на основе следующих данных:

1. В новолуние Луна восходит и заходит вместе с Солнцем, а в полнолуние противостоит Солнцу.

2. За сутки Луна перемещается собственным движением от запада к востоку на 13° (за час — почти на $\frac{1}{2}$ градуса).

3. Луна движется вблизи эклиптики и может отстоять от нее максимально на 5° к северу или к югу.

Чтобы возможно более просто установить время и место восхода и захода Луны и ее местоположение на небе в интересующий нас момент, воспользуемся подвижной картой звездного неба. В астрономическом календаре найдем координаты Луны и Солнца на нужную нам дату. Координаты даются обычно на 0 часов мирового времени (в «Школьном календаре» — на московскую полночь). Отметим место Луны на эклиптике в данный момент. Затем положим подвижный круг на карту так, чтобы эклиптика пересекалась с горизонтом в том месте, где на ней или близ нее должна находиться при восходе или заходе Луна. Против даты, для которой мы ищем сведения, находим момент восхода или захода Луны.

Равным образом, учитывая смещение Луны относительно звезд и ее суточное движение (15° за 1 час), найдем с известной уверенностью местонахождение Луны для любого интересующего нас момента.

6. Наблюдения Луны

В телескоп изображение любого объекта получается перевернутым. На всех правильно расположенных картах лунной поверхности вверху — юг, внизу — север, справа — восток, слева — запад (рис. 45).

Наилучшие условия вечерних наблюдений Луны бывают в первые десять дней после новолуния. Резкие длинные тени подчеркивают горные образования на поверхности нашего спутника. Особенно хороша Луна после новолуния ясными весенними вечерами, когда она находится высоко над горизонтом: на светлом еще фоне неба ярко блестит ее узкий серп, а

сбоку видна остальная часть лунного диска в пепельном свете.

В первые дни после новолуния у западного края лунного серпа выделяется небольшое Море Кризисов,

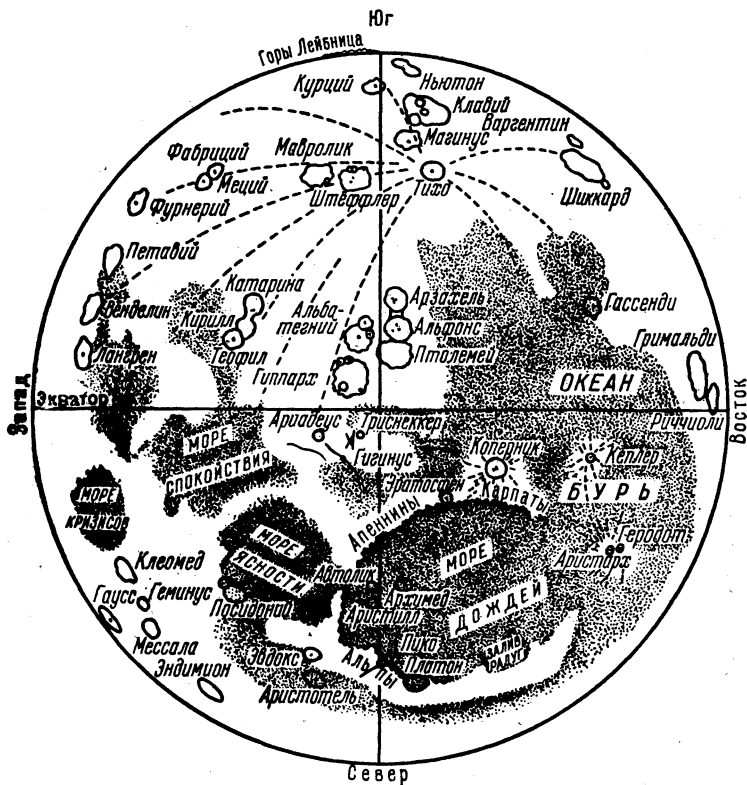


Рис. 45. Схематическая карта важнейших участков лунной поверхности.

имеющее вид темной впадины, окруженной кольцевым валом. На самом южном конце серпа молодой Луны можно различить горы Лейбница. Если этот высокий горный хребет оказывается на самом краю лунного диска, горы эффектно выделяются, как зубурины.

Когда Луна будет в фазе около первой четверти, выступит много новых деталей лунной поверхности. Из них наиболее интересные — три тесно друг с другом сомкнутые цирка: Теофил (северный), Кирилл и Катарина (в южно-западном сегменте Луны).

Когда Луна будет в возрасте около десяти дней, выступит область Моря Дождей с прилегающими к нему Апенниннами (на юге моря) и Альпами (на севере). Вдоль линии север — юг вытягиваются три огромных цирка: Птолемей (северный), Альфонс и Арзахель.

К полнолунию картина Луны становится менее интересной: тени, подчеркивающие рельеф лунной поверхности, почти исчезают. Луна просто слепит глаза. Однако именно в это время на сияющем диске Луны резко выделяется системой светлых лучей кратер Тихо (на юге), находящийся в окружении огромных цирков Магинус и Клавий.

Когда Луна принимает вид убывающего серпа, у ее восточного края особенно ясно выступают цирки великаны Шиккард (в южном сегменте), Гримальди и Риччиоли (около лунного экватора).

Обозрение и опознавание только упомянутых здесь в небольшом количестве участков лунной поверхности может представлять собой задачу целого ряда наблюдений Луны в телескоп.

7. Наблюдения Солнца

Если не говорить о наблюдениях мест восхода и захода Солнца и его полуденной высоты на протяжении года, которые вообще являются очень существенными для всякого любителя астрономии и которые могут проводиться без телескопа, то самое главное в наблюдениях Солнца — это солнечные пятна. Наблюдатель, вооруженный описанным нами гелиоскопом, не будет нуждаться в указаниях и советах, которые мы излагаем в этом разделе.

Для самых общих наблюдений состояния Солнца при помощи самодельного телескопа лучше всего пользоваться экраном, на котором будет получаться изображение Солнца.

Для получения изображения Солнца наведем на Солнце телескоп и на некотором расстоянии от окуляра поместим белый экран. Это может быть лист плотной бумаги или светлого картона. Выдвиганием и вдвиганием окулярной трубки добьемся получения наиболее отчетливого изображения Солнца.

Хорошо такую работу проводить в затемненном помещении, только высунув объективную часть трубы из-за занавеса. Во всяком случае необходимо затенить экран, чтобы лучи Солнца попадали на него только через телескоп. Это можно сделать, насадив кусок плотной бумаги или картона на корпус трубы.

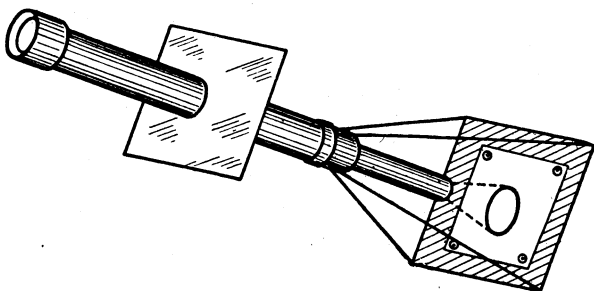


Рис. 46. Телескоп приспособлен для наблюдения Солнца на экране.

Что касается экрана, то и его надо плотно соединить с телескопом на расстоянии, которое окажется наилучшим для таких наблюдений. (Для описанного в главе первой самодельного телескопа это будет диаметр изображения Солнца в 5 см. Изображение Солнца больших размеров будет уже размытым, неясным.) Такой телескоп с экраном изображен на рис. 46.

Еще несколько самых общих советов.

В теплое время года Солнце лучше наблюдать до полудня, когда воздух еще не так нагрет и поэтому более спокоен и чист. Нагретый воздух находится в очень сильном движении, почему изображение Солнца будет размываться.

Наводите телескоп на Солнце так: направляя трубу приблизительно на Солнце, следите за тенью, которую телескоп отбрасывает на экран, расположенный перпендикулярно к оси телескопа (*смотреть на Солнце в телескоп нельзя!*),

Когда телескоп будет направлен на Солнце, тень трубы станет круглой. Тогда-то легкими подвижками телескопа около такого центрального положения и старайтесь получить изображение Солнца.

Во избежание перегрева инструмента время от времени сбивайте наводку телескопа, делая небольшой перерыв в наблюдениях.

Установив наводку телескопа на фокус при наилучшем изображении Солнца на экране (достаточный размер, отчетливость краев, яркость), зафиксируйте это отметками на окулярной трубке (выдвинутость ее) и на корпусе телескопа (место прикрепления кольца, несущего экран).

8. Наблюдения затмений Солнца и Луны

Затмения Солнца не происходит в каждое новолуние потому, что орбита Луны не совпадает с плоскостью земной орбиты. Поэтому, проходя в периоды новолуний между Землей и Солнцем, Луна его обычно и не загораживает. Однако в каждом году должно быть два новолуния, при которых Луна непременно загородит Солнце от некоторых мест на земной поверхности, хотя бы и частично. Это происходит тогда, когда Луна оказывается вблизи одного из узлов своей орбиты.

Новолуния, при которых Луна оказывается вблизи одного из узлов своей орбиты, отделены друг от друга временем в полгода. Но может случиться и нередко бывает так, что Луна загородит Солнце при двух соседних новолуниях, т. е. затмения Солнца произойдут одно за другим даже в одном каком-либо календарном месяце, а затем через полгода вновь наступит период обязательных затмений Солнца — одного или также двух.

Из-за того, что изменяются расстояния Луны и Земли от Солнца, длина тени Луны изменяется в пределах от 380 000 км до 367 200 км. Отсюда следует, что лунная тень может касаться поверхности Земли далеко не во всех тех случаях, когда она направлена как раз в сторону Земли.

Тень Луны может обрываться над земной поверхностью на высоте до 33 000 км. В подобных случаях

наблюдатели на Земле, для которых центры видимых дисков Луны и Солнца совпадают или достаточно близки друг к другу, видят кольцеобразное затмение Солнца.

Нередко ось конуса лунной тени идет мимо Земли, земной же поверхности касается только часть расходящегося конуса полутени. Тогда наблюдается только частное затмение Солнца.

Всякое затмение Солнца, полное или кольцеобразное для каких-либо мест Земли, во всяком случае бывает частным до начала и после конца полной и кольцеобразной фазы. Оно наблюдается как частное и за пределами полосы полной или кольцеобразной фазы, в некоторых границах области частных фаз. Частные затмения Солнца могут быть видимы из сравнительно большого числа мест на Земле. Перемещаясь по земной поверхности, полутень Луны, если она при данном затмении не выходит за пределы Земли, может охватить более четверти земной поверхности.

Одно полное затмение Солнца бывает примерно раз в полтора года; почти с такой же частотой повторяются кольцеобразные затмения.

Что касается лунных затмений, то при 12—13 полнолуниях в каждом году они происходят более редко, чем солнечные: в некоторые годы они совершенно не бывают, в другие же годы их может быть одно-два и очень редко три.

Тень Земли имеет протяжение в среднем около 1 370 000 км; длина ее меняется в зависимости от расстояния Земли от Солнца. Радиус земной тени (это круг, получающийся в сечении прямого кругового конуса на расстоянии Луны плоскостью, перпендикулярной к оси этого конуса) приближенно можно принять равным 4600 км. Он превышает радиус Луны в 2,6 раза. Значит, Луна может погружаться в земную тень в иных случаях весьма основательно — более чем на полтора часа, а от начала погружения Луны в земную тень до полного выхода ее из тени может пройти и часа четыре.

Даже при самых больших фазах частного затмения на Солнце ни в коем случае нельзя смотреть, не приняв мер к ослаблению его света, попадающего в

глаз. Поэтому необходимо изготовить удобные защитные приспособления для глаз. Копчение стекол пора уже предать полному забвению. Всюду у нас можно найти фотоматериалы и людей, умеющих с ними обращаться: густо засвеченные и затем проявленные и отфиксированные обычным способом фотопластинки или фотопленки надежно защитят глаза от слепящего солнечного света. Надо только проверить достаточную густоту их засвеченности: смотря через пластинку или пленку на электролампочку, мы не должны видеть ничего, кроме ее накалированных волосков. Попробуйте затем поглядеть через такие приспособления на ярко сияющее Солнце: его диск будет великолепно виден, что и требуется для наблюдений любой фазы частного затмения.

Можно изготовить из нетолстого картона оправу с двумя вырезами на расстоянии глаз и в эти вырезы поместить (приклеить) небольшие кусочки защитного материала. Это будут своего рода очки для наблюдения Солнца.

Очень хорошо можно наблюдать во время затмения изображения Солнца на экране телескопа.

Можно заранее подготовить несколько листов бумаги с вычерченными окружностями, по размерам, соответствующим изображению Солнца на экране. В процессе наблюдений хода затмения на листках можно делать нужные отметки и затем эти листки менять.

Может представить интерес определение яркости дня при различных фазах затмения очень простым фотографическим способом — путем засвечивания небольших частей одного листа фотобумаги или пленки, последовательно открываемых в ходе затмения на один и тот же промежуток времени (например, на одну секунду). Бумага или пленка затем должны быть проявлены и отфиксированы. Степень засвеченности частей в разные, точно определенные моменты (с промежутком, например, в 5—10 минут каждый), с одинаковой выдержкой, наглядно покажет, как постепенно на протяжении времени затмения происходило падение, а затем усиление освещенности.

Если в данном пункте фаза затмения будет более 0,9, можно попытаться обнаружить свет солнечной

короны в момент наибольшей фазы. Для этого надо соорудить трубу из картона или плотной бумаги около метра длиной и в 5—7 см диаметром. Один ее конец наполовину перегораживается. В минуты наибольшей фазы эта труба направляется на Солнце таким образом, чтобы остающийся незакрытым Лунной узкий серповидный краешек Солнца был загорожен перегородкой трубы. В этом случае можно обнаружить свечение наиболее ярких частей короны, находящихся вблизи диска Луны.

Обозрение окрестностей Солнца таким путем делается одним и тем же глазом, который до начала наблюдения на 10—15 минут надо закрыть повязкой. В этом случае глаз будет способен заметить слабое свечение короны или какой-нибудь из высоких протуберанцев, если он в это время появится, а также и наиболее яркие звезды и планеты, находящиеся по соседству с Солнцем. Некоторые из наблюдаемых картин (разные фазы затмения, вид солнечной короны, окрестности затмившегося Солнца) лучше всего зарисовать. Зарисовки требуют только внимания и аккуратности. Для разных моментов и фаз затмения надо заранее вычертить на бумаге ряд кружков одинакового размера. Они будут изображать Солнце. Циркуль, ножки которого раздвинуты на расстояние радиуса вычерченного «Солнца» (диаметр диска Луны при затмении обычно очень немного отличается от диаметра солнечного диска), должен быть под руками для вычерчивания выемки, образованной на диске Солнца загороживающей его Луной в разные моменты времени.

Важнейшая часть зарисовок — солнечная корона. Здесь наблюдателям, не очень искушенным в живописи и черчении, не чувствующим себя способными в считанные секунды охватить глазом наблюдаемое и затем передать в рисунке, делаемом на месте наблюдения, лучше ограничиться внимательным обозрением наблюдающейся картины. Для ее передачи в рисунке, желательно в цвете, нужно заранее подготовить несколько черных дисков на чертежной бумаге. Это будет Луна, целиком загородившая Солнце. Вокруг ее диска и делается рисунок солнечной короны. Каждому наблюдателю надо, кроме того, попытаться описать

словами ход затмения и — если оно наблюдалось — величественную картину полного затмения. Во всяком случае, надо хорошо запомнить наблюдавшиеся картины.

При наблюдениях необходимо иметь хорошо выверенные часы. Любые рисунки будут иметь ценность только в том случае, если будет указан момент, к которому они относились.

Что касается метеорологических наблюдений, нужно помнить, что на колебания температуры, на состояние облачности и т. п. в данном месте гораздо большее влияние могут оказывать чисто геофизические причины. Поведение же животных сколько-нибудь заметно не определяется затмением, даже и полным.

9. Наблюдения планет

По положению в солнечной системе относительно Земли и, как следствие этого, по условиям видимости планеты делят на две группы: *внутренние* (Меркурий и Венера) и *внешние* (все остальные).

За время полного оборота вокруг Солнца внутренние планеты дважды бывают в *соединении* с ним: один раз в ближайшем положении к Земле — перед Солнцем (*нижнее соединение*) и один раз в наиболее отдаленном положении — за Солнцем (*верхнее соединение*). При обеих этих конфигурациях планеты могут быть несколько выше или ниже направления, по которому мы видим Солнце.

В соединении с Солнцем, но только верхнем, бывают и внешние планеты.

Близ соединений с Солнцем планеты более или менее долго недоступны наблюдениям, даже если Солнце будет под горизонтом: мешает яркий фон неба — освещаемый Солнцем воздух. Продолжительность времени, в течение которого планета не видна близ соединения, зависит от ее углового расстояния от Солнца и от склонений Солнца и планеты. Но даже при значительном угловом удалении от Солнца планета не будет наблюдаться, если она имеет близкое к солнечному склонение. В таких случаях она заходит раньше Солнца или вместе с ним, или восходит одновременно с ним и даже позже солнечного

восхода, или, наконец, располагается очень низко над горизонтом.

Угловое расстояние планеты от Солнца называют ее *элонгацией*. Элонгации бывают восточные (влево от Солнца) и западные (вправо от Солнца). Близ наибольшего углового удаления от Солнца обычно (но не всегда) наступают наилучшие условия наблюдения внутренних планет.

При тех или иных конфигурациях (т. е. занимая определенное положение относительно Земли и Солнца) внутренние планеты могут иметь разные фазы, что может быть замечено только в телескопы. Последовательность смены фаз при постепенном изменении положения внутренней планеты на ее орбите показана в таблице 4.

На звездном небе планеты перемещаются с запада на восток, но каждая из них некоторое время перемещается и с востока на запад (попятным или обратным движением). Когда планета переходит от прямого движения к обратному или наоборот, она на некоторое время как бы останавливается. Это так называемые *стояния* планет.

Внешние планеты могут оказываться в стороне, противоположной Солнцу, в *противостоянии* с ним. В это время они могут наблюдаться всю ночь. Около полуночи планета, находящаяся в противостоянии, бывает в южной стороне неба на наибольшей за данный год высоте. Во время противостояния расстояние от Земли до планеты становится наименьшим. Время противостояния — наилучшее для наблюдения внешних планет.

Условия видимости внешних планет изменяются следующим образом. Близ противостояния с Солнцем планета доступна наблюдению всю или почти всю ночь; она восходит с заходом Солнца, около полуночи пересекает небесный меридиан в южной стороне и заходит в конце ночи. За некоторое время до противостояния и через некоторое время после него планета движется попятно, описывая петлю. После противостояния продолжительность видимости планеты сокращается: планета заходит сначала раньше конца ночи, затем до полуночи и, наконец, рано вечером.

Таблица 4

Конфигурация	Фаза	Видимые размеры планеты	Возможные наблюдения
Верхнее соединение	Полная фаза (1,0)	Наибольшее удаление от Земли—наименьший видимый диск	Планета не видна
От верхнего соединения до наибольшей восточной элонгации	Фаза постепенно уменьшается, но все время видно больше половины диска (выпуклость влево) *)	Постепенное уменьшение расстояния от Земли—увеличение видимых размеров	Вечерняя видимость
Наибольшая восточная элонгация	Фаза 0,5 — половина диска (выпуклость влево) *)	Расстояние от Земли продолжает уменьшаться, видимые размеры увеличиваются	То же
От наибольшей восточной элонгации до нижнего соединения	Фаза уменьшается, меньше половины, перед нижним соединением — узкий серп (выпуклость влево, рога вправо) *)	Расстояние от Земли продолжает уменьшаться, видимые размеры увеличиваются; момент нижнего соединения; видимые размеры увеличиваются	» »
Нижнее соединение	Фаза 0,0	Наибольшее приближение к Земле	Планета не видна
От нижнего соединения до наибольшей западной элонгации	Фаза постепенно увеличивается (выпуклость вправо) *); в момент наибольшей западной элонгации видна половина диска	Расстояние между Землей и планетой увеличивается, поэтому ее видимые размеры уменьшаются	Утренняя видимость
Наибольшая западная элонгация	Фаза 0,5 (выпуклость вправо) *)	Расстояние увеличивается, видимые размеры уменьшаются	То же
От наибольшей западной элонгации до верхнего соединения	Фаза становится больше 0,5 и увеличивается до 1,0	Расстояние планеты от Земли продолжает увеличиваться, видимые размеры уменьшаются	» »

*) Не забудем, что при наблюдении в телескоп изображение получается перевернутым.

Перемещаясь по эклиптике вследствие движения Земли, Солнце в некоторый момент как бы догоняет внешнюю планету. Планета оказывается в соединении с Солнцем (находится за ним, на одном из самых больших своих расстояний от Земли).

После соединения внешние планеты наблюдаются сперва в конце ночи, под утро (Солнце, двигаясь по эклиптике, отступает к востоку). Предшествуя Солнцу в суточном движении относительно горизонта, планета появляется в лучах утренней зари, а в последующие дни восходит все раньше и раньше. Время ее видимости увеличивается до очередного противостояния, когда она снова может наблюдаться всю ночь.

Самые интересные объекты в мире планет из доступных слабому самодельному телескопу — это, конечно, Юпитер и Сатурн. Особенно интересно следить за изменениями положений четырех наиболее ярких спутников Юпитера. День за днем они меняют свои места, располагаясь по-разному. Временами происходят особо интересные явления в системе спутников Юпитера — затмения спутников и покрытия их Юпитером, а также прохождения тени того или иного спутника по диску планеты. Все нужные данные для планирования наблюдений явлений в системе спутников Юпитера приводятся в «Астрономическом календаре» ВАГО.

Самодельному телескопу доступны и некоторые детали на диске Юпитера (облачные полосы, сплюснутость диска), а также кольца Сатурна (они, однако, видны без разделяющих их промежутков). Могут наблюдаться и два наиболее значительных спутника Сатурна — Титан и Япет. Об этих спутниках также приводятся сведения в «Астрономическом календаре» ВАГО.

Для наблюдения каких-либо деталей на диске Марса, о которых так много рассказывают популярные книги и статьи по астрономии, самодельные телескопы описанного нами вида непригодны.

Пользуясь данными, приводимыми во всех астрономических календарях, можно наблюдать седьмую планету нашей солнечной системы — Уран. Эта планета видна и невооруженным глазом, впрочем, как очень слабая звездочка.

В самодельный телескоп из очковых стекол что-либо на диске Урана увидеть нельзя. Даже сам диск этой очень далекой планеты вряд ли удастся хорошо различить.

10. Особенности наблюдений Венеры

Если не считать Солнца и Луны, на небе обычно нет более ярких светил, чем планета Венера вблизи ее наибольшего блеска. В такие эпохи она бывает раз в 15 ярче Сириуса, и тогда ее можно увидеть на небе даже днем, и не только в телескоп, но и невооруженным глазом.

Наиболее интересна и удобна для самых общих наблюдений в телескоп серповидная фаза Венеры. В этой фазе Венера находится на наименьшем расстоянии от Земли (вблизи нижнего соединения с Солнцем). Угловой диаметр ее диска в это время в пять с лишним раз больше, чем тогда, когда Венера имеет вид почти полного диска (близ верхнего соединения).

Отсылая интересующихся более сложными наблюдениями к специальной литературе, скажем здесь о некоторых приемах наблюдения Венеры на дневном небе.

Даже Луна, во много раз более яркая, чем Венера, днем может быть видна при подходящей фазе только как бледное облачко. Естественно, что Венера с диском, неразличимым невооруженным глазом, будет иметь вид совсем слабого светлого пятнышка. И, конечно, увидеть Венеру можно лишь на совершенно чистом небе. Если небо хотя бы слегка затуманено мглой или пеленой типа перистых облаков или пылевого тумана, если оно, как говорят, имеет белесоватый оттенок, Венеру различить будет невозможно. Видимость Венеры при прочих равных условиях будет значительно ухудшаться в то время, когда планета находится невысоко над горизонтом.

Следует теперь учесть и солнечный блеск: искать планету можно только из такого места, которое находится в тени, иначе яркий блеск Солнца вызовет слишком ощутимое ослабление зрения (сужение зрачков). Кроме того, вблизи Солнца всегда замечается

в воздухе ореол, в котором Венера будет тонуть. Наилучшие условия видимости Венеры днем, очевидно, будут вблизи ее наибольших элонгаций и вблизи времени ее наибольшего блеска.

Наконец, весьма важно знать место, где следует в данное время искать Венеру: не имеет большого смысла просто осматривать небо, надеясь случайно увидеть планету, хотя возможность ее обнаружения и таким образом не исключена. Но местонахождение планеты на небе может быть без особых осложнений установлено по ее координатам, которые приводятся в астрономических календарях.

Конечно, если бы у вас имелся угломерный инструмент, о котором мы рассказали в разделе 5 главы пятой, задача была бы легко разрешима.

Но как на огромном небосводе, не имеющем никаких обозначений, найти слабо различимое светлое пятнышко по его координатам без приборов? Здесь надо вспомнить о Солнце, координаты которого также даются в календарях. Понятно, что положение Венеры на небосводе станет довольно хорошо известным, если мы правильно учтем разницу прямых восхождений и склонений ее и Солнца.

Мы не будем рассказывать здесь о небесном экваторе и экваториальных координатах (сведения об этом содержатся в учебнике астрономии для средней школы).

Что же касается угловых расстояний, надо научиться оценивать их, пользуясь пальцами руки или простейшими приборами.

Определив по разности координат Солнца и Венеры область неба, где должна быть видна планета, следует приступить к внимательному обзору этой области. Делать это надо неторопливо, ибо пропустить планету можно очень легко. Лучше перед самыми поисками, стоя, как мы уже советовали, в тени какого-либо строения или дерева, дать успокоиться глазам на какой-либо темной области (стена дома в тени, не освещенный Солнцем участок почвы и т. п.).

Разность координат Солнца и Венеры увереннее всего может быть представлена для времени около местного солнечного полудня (Солнце вблизи небес-

ного меридиана): тогда легче будет рассчитать и высоту планеты.

Легко отыскивать Венеру на дневном небе в моменты, близкие к эпохам ее соединений с Луной: эти эпохи отмечаются в «Справочных сведениях» на каждый месяц в «Школьном астрономическом календаре». Всегда можно сообразить по указанному там московскому времени, каково будет положение Луны и Венеры во время предполагаемых наблюдений в данном пункте, помня, что собственным движением Луна перемещается к востоку приблизительно на величину своего диаметра за один час.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ

1. Общие указания

Приступая к фотографированию небесных светил, надо любой используемый аппарат или прибор точно навести на фокус. Наводка по матовому стеклу (по Луне) или по шкале на оправе объектива (на бесконечность) здесь недостаточна и годится только как предварительная. Окончательно же наводка осуществляется пробными снимками.

Делается это так. Аппарат заряжается высокочувствительной пленкой или пластинкой (не ниже 65 ед. ГОСТ).

Прибор наводят на какую-либо звезду — примерно второй звездной величины — и оставляют неподвижным. Из того положения, которое было установлено по матовому стеклу или по шкале, объектив немного выдвигают вперед, отмечая на трубе или оправе объектива первоначальное положение. Затем открывают входное отверстие телескопа или бинокля (снимают крышку) секунд на 30—60, а при фотографировании фотоаппаратом — на 1,5—2 минуты. Вследствие быстрого вращения неба звезда оставит на пластинке след в виде черточки. Теперь, не двигая прибора, чуть-чуть вдвигают объектив, не забыв сделать соответствующую этому его новому положению отметку, и вновь открывают затвор на то же время. Затем снова немного вдвигают объектив и делают выдержку. Так повторяют раз шесть.

Чтобы иметь возможность отличить на негативе последнюю черточку от первой, сделаем ее длиннее

или короче остальных, то есть изменим время экспозиции. После проявления пластинки мы увидим на ней картину, подобную показанной на рис. 47.

Самая узкая из всех черточек (а) будет соответствовать наиболее точному наведению на фокус, а самая длинная (б) покажет последнюю экспозицию.

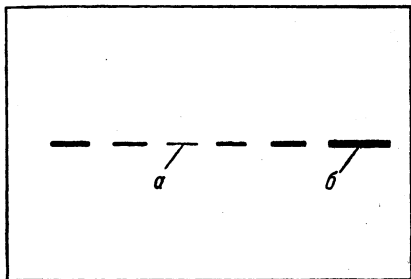


Рис. 47. Контрольные следы звезд на фотопластинке.

Найдя по соответствующей отметке нужное положение объектива, устанавливаем его для фотографирования в этом положении.

2. Фотографирование Солнца и Луны

При фотографировании Солнца надо применять малочувствительные фотоматериалы.

Частные фазы солнечного затмения можно снимать обычным аппаратом. Для этого будем устанавливать его неподвижно на подставке, описанной в разделе 1 главы четвертой.

Если затмение будет происходить в первой половине дня, аппарат будем наводить так, чтобы Солнце было в левом нижнем углу искателя (к искателю необходимо приложить темное стекло!) Если затмение происходит после полудня, Солнце должно быть в левом верхнем углу. Наконец, при фотографировании в середине дня Солнце должно быть у левого края искателя вблизи середины этого края.

Аппарат оставим в неподвижном положении. Максимально диафрагмируем объектив (диафрагма около 22) и делаем выдержку в 1/100 сек или меньше.

Можно заранее, за несколько дней до затмения, сделать пробные снимки Солнца для того, чтобы точно подобрать выдержку.

После первого снимка аппарат не передвигают и не меняют кадр. Вследствие суточного движения Солнце передвинется. Минут через 10 сделаем второй снимок, затем третий и так до тех пор, пока Солнце будет видно в искателе. Делаем это, отмечая каждый раз момент фотографирования по часам.

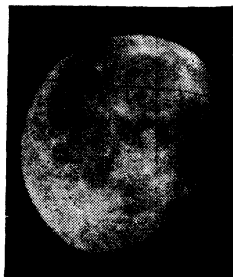


Рис. 48. Снимок Луны, полученный с помощью бинокля.

После того как Солнце уйдет за пределы искателя, сменим кадр и снова наведем аппарат на Солнце.

На каждом кадре мы получим несколько изображений Солнца в разных фазах затмения. Такие снимки очень интересны тем, что позволяют наглядно проследить всю картину затмения.

Конечно, и при помощи телескопа можно получить подобные снимки.



Рис. 49. Разные фазы затмения Луны. Снимки сделаны при помощи бинокля.

Бинокль с помощью установки, изображенной на рис. 25, позволит при известном навыке получать снимки солнечных пятен. Однако надо особенно заботиться о том, чтобы посторонний свет не попадал в камеру. Экспозиция подбирается путем проб, но не должна превышать 1 сек.

Фотографирование Луны не отличается от фотографирования Солнца, только диафрагмировать объектив не надо, а материалы следует использовать чувствительные (130 ед. ГОСТ).

Экспозиция при фотографировании обычным аппаратом должна быть около $1/10$ сек, а при фотографировании с биноклем — около 5 сек. На рис. 48 приведена фотография Луны вблизи полнолуния, а на рис. 49 — фотографии различных фаз лунного затмения, полученные при помощи бинокля.

3. Фотографирование метеоров и искусственных спутников Земли

Для фотографирования ярких метеоров и достаточно ярких искусственных спутников Земли (не слабее первой величины) можно пользоваться любой камерой со светосильным объективом. При этом нужны высокочувствительные пленки (130 ед. ГОСТ и выше). Аппарат устанавливают на подставке, описанной в разделе 1 главы четвертой.

Фотографировать метеоры лучше во время действия активных метеорных потоков, например Персеид, когда яркие метеоры появляются довольно часто. Камера наводится на избранный участок неба и оставляется неподвижной. Выдержка может длиться около 1—2 часов.

Звезды на фотоснимках будут оставлять следы в виде дуг, а метеоры будут иметь вид более или менее длинных черточек, пересекающих эти дуги.

Даже во время активных потоков снимок одного метеора удастся получить примерно на одном из десятка фотоснимков. Чтобы придать таким фотоснимкам существенную научную ценность, надо сделать дополнительные устройства и соблюдать специальные правила, которые описаны в «Инструкции для наблюдения метеоров» (см. список рекомендуемой литературы).

Для фотографирования яркого искусственного спутника Земли (ИСЗ) сначала невооруженным глазом находят его, используя эфемериду (целеуказания) пролета. Аппарат быстро наводят на тот участок неба, в который должен переместиться спутник,

и, оставляя аппарат неподвижным, открывают затвор. Открывать затвор можно, не дожидаясь момента, когда спутник появится в искателе. После того как спутник пересечет все поле зрения искателя, выдержку заканчивают. На снимке звезды выйдут короткими черточками, а на их фоне будет видна траектория пролета спутника.

4. Фотографирование звездного неба

Широко распространено мнение, что без специальной установки, механически точно поворачивающей фотоаппарат вслед за суточным вращением неба, невозможно получить на негативе точечные изображения слабых звезд. Основывается оно на том, что приходится делать длительные выдержки, почему изображения звезд растягиваются в черточки. Но в действительности дело обстоит совсем не так. Современные отечественные аппараты со светосильными объективами и высокочувствительные пленки позволяют получать снимки всех звезд, видимых невооруженным глазом, без всяких дополнительных установок.

Для получения таких снимков фотоаппарат устанавливается на подставке и наводится на нужный участок неба. При фокусном расстоянии объектива 5 см выдержка делается 20—25 сек при полностью раскрытой диафрагме. На снимках, полученных с помощью камеры с объективом, имеющим фокусное расстояние 5 см и относительное отверстие $1/3,5$, на пленке в 250 ед. ГОСТ выходят звезды до 5,5—6-й звездной величины. Изображения звезд получаются при этом в виде точек.

При более длительных выдержках выходят более слабые звезды, но тогда изображения звезд действительно несколько растягиваются (рис. 50). Такие снимки звездного неба выглядят немного непривычно, однако они могут быть прекрасно использованы для наблюдения переменных звезд. Поэтому такие снимки представляют определенную научную ценность.

Делать выдержки более 1,5—2 минут бесполезно, так как в этом случае изображения звезд значительно смещаются, действие же света не суммируется.

Более того, длительные выдержки даже вредны, так как слишком длинные черточки звезд могут перекрывать друг друга. Определение изменений блеска переменных звезд по таким снимкам становится просто невозможным.

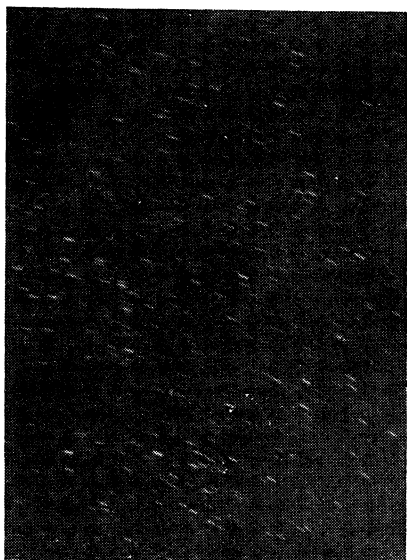


Рис. 50. Фотография звездного неба (созвездие Лебедя), полученная аппаратом «Зоркий» (экспозиция 2 мин.).

При фотографировании звезд Северного полярного ряда на пленке 250 ед. ГОСТ получаются звезды 9,5—10-й фотографической звездной величины. Но это лишь при фотографировании участков неба, близких к полюсу мира, где смещения звезд малы. На обычных же рабочих фотоснимках (рис. 50) получаются изображения звезд лишь немного более слабых, чем звезды, доступные наблюдению в призмный бинокль при хороших атмосферных условиях (т. е. до 9-й звездной величины).

Если производить фотографирование на пленке одного сорта, пользоваться одинаковыми проявителями

и делать выдержки одинаковой продолжительности (но не более 2 минут), то получается достаточно однородный материал, вполне пригодный для серьезного изучения переменных звезд.

Для фотографирования еще более слабых звезд, а также туманностей и облаков Млечного Пути



Рис. 51. Млечный Путь в созвездии Лебедя. Снимок получен аппаратом «Зоркий» с помощью самодельного астрографа.

(рис. 51) приходится делать гораздо более длительные выдержки, а следовательно, необходимо пользоваться астрографом, описанным в разделе 4 главы четвертой (рис. 26—28). Напоминаем, что перед наблюдениями верхнюю доску основания и нижнюю доску подвижной части надо натирать мылом.

Астрограф устанавливается, как уже говорилось, на любом устойчивом основании. Продольная ось прибора направляется вдоль полуденной линии. С по-

мощью трех ножек-болтов нижнюю доску основания устанавливают горизонтально. Первый раз это контролируется плотничьим уровнем, а затем для контроля пользуются отвесом, как этой описано в разделе 2 главы пятой о приборах для определения высоты Солнца.

Поворотом вокруг оси 10 (см. рис. 27) подвижная часть прибора отводится до положения, когда нижний правый угол доски 8 подвижной части коснется края доски 1 основания. Бечевка при этом не наматывается на ось для микрометрического движения.

На верхнюю доску подвижной части помещают подставки с фотоаппаратами и наводят их на нужные участки неба. Гид наводят на любую (не очень слабую) звезду экваториальной области и «затмевают» ее пятнышком, которое видно в поле зрения гида. Открывают затворы аппаратов и во время всей выдержки непрерывно следят, пользуясь гидом, чтобы избранная звезда все время находилась в границах затмения черным пятнышком. При этом осторожно вращают ось микрометрического движения, наворачивая на нее бечевку и поворачивая тем самым подвижную часть прибора вслед суточному вращению неба.

Наблюдатель должен сидеть в удобной позе, чтобы во время всей экспозиции он не уставал и внимание его не ослабевало. Продолжительность экспозиции может доходить до 20—30 минут.

5. Хранение и изучение снимков неба

В настоящее время аппараты, использующие фотопластинки, мало употребительны. Поэтому негативами небесных фотографий у любителей астрономии будут, как правило, фотопленки. Пленки требуют бережного обращения. Неаккуратное обращение с ними или небрежное хранение сведут на нет все усилия, потраченные на фотографирование небесных светил. Хранить надо каждый кадр отдельно, вкладывая его в сложенную бумажку и вставляя в карманчик, наклеенный в тетрадь, как показано на рис. 52.

Изучать негативы следует, рассматривая их на просвет в специальном станке (рис. 53), сделанном

из плотного картона. Фотопленка вставляется в пазы *а*. На подставку *б* помещается листок белой бумаги, отражающий свет.

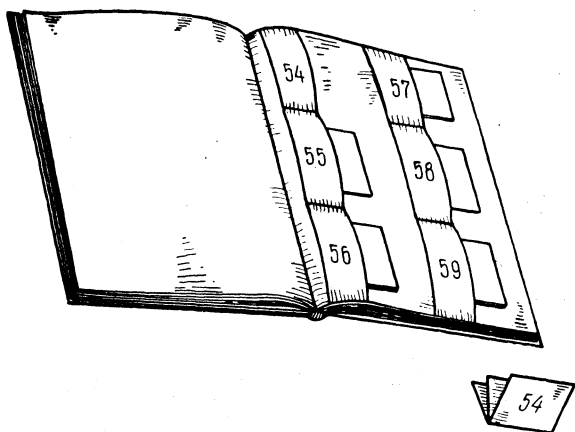


Рис. 52. Альбом для хранения пленок.

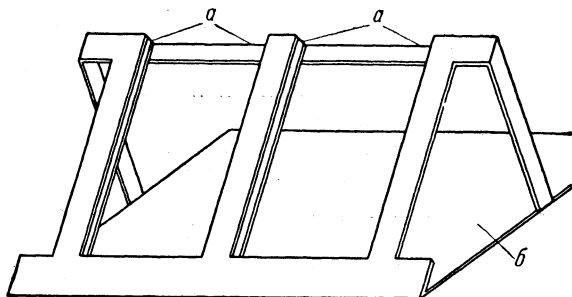


Рис. 53. Станок для изучения фотографий на пленке.

С негативов можно делать отпечатки. Но надо помнить, что изучение небесных фотоснимков всегда проводится по негативам. На отпечатках всегда видно гораздо меньше деталей, чем на негативах, и могут иметься разные погрешности.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Элементы сферической астрономии

Большими кругами на небесной сфере называются такие, плоскости которых проходят через центр сферы. Все такие круги пересекаются друг с другом в точках, диаметрально противоположных для каждого круга.

Небесный меридиан — дуга большого круга (с центром в глазу наблюдателя), проходящая через зенит и полюс мира; пересекается с горизонтом в точках юга и севера.

В своем видимом суточном движении относительно горизонта Солнце пересекает небесный меридиан в момент, называемый *истинным солнечным полднем*. В этот момент Солнце, пройдя половину своего видимого пути над горизонтом данного места, достигает наибольшей высоты над горизонтом за данный день. Оно в это время находится в верхней кульминации.

Кульминация светил есть их положение на небесном меридиане: верхняя — при наибольшей высоте за данные сутки, нижняя — при наименьшей. Светила, находящиеся от полюса мира на расстоянии, превышающем высоту небесного экватора в данном месте, в верхней кульминации пересекают небесный меридиан южнее зенита.

Полюс мира — точка на небе, остающаяся строго неподвижной при суточном вращении Земли; к этой точке направлена так называемая *ось мира* — прямая линия, идущая от глаза наблюдателя параллельно оси суточного вращения земного шара. Вблизи этой точки, на расстоянии в один градус находится

звезда α Малой Медведицы, называемая за свою близость к полюсу мира Полярной звездой.

Небесный экватор — большой круг (с центром в глазу наблюдателя), плоскость которого перпендикулярна к оси мира; пересекается с горизонтом в точках востока и запада; пересекается с небесным меридианом в южной стороне на высоте, равной $90^\circ - \varphi$ (φ — географическая широта места). Небесный экватор делит небесную сферу на две равные части: южную и северную.

Склонение светила — одна из экваториальных небесных координат, подобная географической широте; показывает, на каком угловом расстоянии — в градусной мере — находится данное светило или точка неба от небесного экватора. Знак «плюс» указывает, что данное светило находится в северном полушарии неба, знак «минус» — в южном полушарии; обозначается греческой буквой δ (дельта).

Круг склонения — большой круг (с центром в глазу наблюдателя), проходящий через полюсы мира; круги склонения подобны географическим меридианам, каждый из которых проходит через географические полюсы.

Прямое восхождение — вторая величина в системе экваториальных небесных координат, показывающая положение данного круга склонения относительно круга склонения, принятого за начальный. Прямое восхождение подобно географической долготе, показывающей, на каком расстоянии, выраженном в градусной мере или во времени (по соотношению $15^\circ = 1$ часу), данный пункт находится от меридиана, принятого за начальный. Прямое восхождение обычно выражается в часах, минутах и секундах и отсчитывается от точки весеннего равноденствия против часовой стрелки (на подвижной карте часы обозначены латинской буквой h). По прямому восхождению данного светила можно сказать, через сколько часов, минут и секунд звездного времени (см. раздел 2 этой главы) данное светило пересечет небесный меридиан после верхней кульминации точки весеннего равноденствия. Обозначается греческой буквой α .

Точка весеннего равноденствия — одна из двух точек, в которых небесный экватор пересекается

с эклиптикой. Через нее проходит начальный круг склонения. Другая точка пересечения — диаметрально противоположная — *точка осеннего равноденствия*.

Эклиптика — большой круг (с центром в глазу наблюдателя), показывающий, какой путь относительно звезд проходит центр видимого диска Солнца за год. Небесный экватор наклонен к эклиптике под углом $23\frac{1}{2}^\circ$ и пересекается с ней в точках весеннего и осеннего равноденствий. Через эти точки Солнце проходит в начале третьих декад марта и сентября (соответственно).

2. О счете времени

Основная мера времени — сутки. *Звездные сутки* — это период вращения Земли вокруг оси, точнее — промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия. Момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия принимается за начало звездных суток.

Звездное время в каждый данный момент определяется углом, на который точка весеннего равноденствия отстоит от небесного меридиана. Один час звездного времени соответствует 15° .

Звездное время численно равно прямому восхождению светил, находящихся в верхней кульминации.

Звездное время отличается от времени, течение которого наблюдается по Солнцу: за сутки Солнце перемещается по эклиптике приблизительно на 1° , и поэтому звездные сутки короче солнечных почти на 4 мин.

Момент верхней кульминации центра солнечного диска есть истинный полдень. Промежуток времени между двумя соседними солнечными полуднями есть *истинные солнечные сутки*.

Земля движется вокруг Солнца с изменяющейся скоростью, а, кроме того, путь Солнца пролегает по эклиптике, образующей с небесным экватором угол в $23\frac{1}{2}^\circ$. Поэтому истинные солнечные сутки имеют неодинаковую продолжительность на протяжении года.

Продолжительность *средних солнечных суток* выведена как среднее значение истинных солнечных

суток за все дни года: это промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями так называемого среднего Солнца («среднее Солнце» — точка, движущаяся с постоянной скоростью по небесному экватору).

Как звездные, так и средние солнечные сутки делят на 24 часа.

Звездные сутки = 23 час. 56 мин. 4 сек. среднего времени = 0,9973 средних солнечных суток.

Средние сутки = 24 час. 3 мин. 56 сек. звездного времени = 1,0027 звездных суток.

Разность между средним и истинным временем называется *уравнением времени*.

Эта величина необходима при определениях времени на практике. Например, по солнечным часам определен некоторый момент. Прибавив алгебраически (с учетом знаков «плюс» или «минус») к этому моменту уравнение времени на данный день, мы получим местное среднее время.

Время каждого географического меридиана называется *местным временем* (местным может быть и звездное и среднее время).

Для удобства счета времени земной шар разделен по меридианам на 24 *часовых пояса*. Время каждого пояса отличается от времени соседнего пояса ровно на один час. Таким образом, в системе поясного счета времени показания минутных и секундных стрелок на верных часах в любом месте земного шара должны быть одинаковы, показания же часовых стрелок отличаются на разность номеров поясов. В каждом поясе время всюду одинаковое. Это есть местное среднее время центрального меридиана данного пояса (меридианы с долготой 0° , 15° , 30° и т. д.).

За средний меридиан начального пояса с номером 0 принят меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию (Англия), почему время этого пояса и называют *гринвичским*. Гринвичское время условно называют *мировым*.

В пределах данного часового пояса разница между местным и поясным временем может доходить до получаса в ту и другую сторону, и даже несколько более, потому что границы поясов не всегда

проводят точно по меридианам, а по географическим, административным и государственным рубежам.

В СССР с 1930 г. введено так называемое *декретное время* (часы переведены на час вперед).

3. Некоторые постоянные величины

Один радиан = $57^{\circ},3 = 3438' = 206\,265''$.

Площадь небесной сферы = $41\,253$ кв. градуса.

В окружности $360^{\circ} = 21\,600' = 1\,296\,000''$.

В простом (не високосном) году 365 суток = 8760 час. = $525\,600$ мин. = $31\,536\,000$ сек.

1 сутки = 24 час. = 1440 мин. = $86\,400$ сек.

$0,1$ суток = 2 час. 24 мин.; $0,01$ суток = 14 мин. 24 сек.; $0,001$ суток = 1 мин. $26,4$ сек.

$0,1$ часа = 6 мин.; $0,01$ часа = 36 сек.; $0,001$ часа = $3,6$ сек.

1 час = $0,042$ суток (3600 сек.); 1 минута = $0,0007$ суток (60 сек.); 1 секунда = $0,000012$ суток.

$1^{\circ} = 4$ мин. времени, $0^{\circ},1 = 24$ сек., $1' = 4$ сек., $1'' = 0,07$ сек.

1 час. = 15° , 1 мин. = $15'$, $0,1$ мин. = $1',5$, 1 сек. = $15''$.

Астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние от Земли до Солнца — $149,5$ млн. км = 109 диаметров Солнца = $11\,720$ диаметров Земли. Луч света проходит это расстояние за 498 сек. = 8 мин. 18 сек.

Скорость света = $3 \cdot 10^5$ км/сек, более точно, $299\,793,0$ км/сек = $18 \cdot 10^6$ км/мин = $1,08 \cdot 10^9$ км/час = $26 \cdot 10^9$ км/сутки.

Световой год (расстояние, проходимое лучом света за год) = $9,463 \cdot 10^{12}$ км = $63\,290$ а. е.

Парсек (расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в $1''$) = $3,26$ светового года = $206\,265$ астрономических единиц = $30,84 \cdot 10^{12}$ км.

4. Основные сведения о Земле

Средний диаметр земного шара = $12\,735$ км; наибольший = $12\,756,5$ км, наименьший = $12\,713,7$ км, сжатие $\alpha = 1/298$; окружность по экватору = $40\,076$ км; поверхность = 510 млн. км², объем = $1,083 \cdot 10^{12}$ км³; масса = $5,975 \cdot 10^{21}$ т; средняя плотность = $5,53$ г/см³;

средняя скорость движения Земли по орбите = $29,79 \text{ км/сек}$; скорость вращения на экваторе = 465 м/сек , на широте Москвы = 264 м/сек .

Продолжительность *тропического года* (промежуток времени между двумя последовательными прохождениеми центра солнечного диска через точку весеннего равноденствия) = 365 суток 5 час. 48 мин. 46 сек. = 365,2422 средних суток. Продолжительность *сидерического*, или *звездного*, года (периода обращения Земли вокруг Солнца) = 365 суток 6 час. 9 мин. 10 сек. = 365,2564 средних суток.

5. Основные сведения о Солнце

Параллакс Солнца (угол, под которым с Солнца виден экваториальный радиус Земли) = $8'',80$. По новейшим данным среднее расстояние от Земли = $149\,599\,300 \text{ км}$ ($\pm 2000 \text{ км}$). Это расстояние луч света проходит приблизительно за 500 сек.

Средний диаметр Солнца = 109,1 диаметра Земли = $1\,391\,000 \text{ км}$; поверхность = 11 900 поверхностей Земли; объем = 1 301 000 объемов Земли, в 600 раз больше общего объема всех планет; масса = 333 000 масс Земли, в 750 раз больше общей массы всех планет; средняя плотность $1,41 \text{ г/см}^3$, в 4 раза меньше средней плотности Земли.

6. Основные сведения о Луне

Средний параллакс Луны (угол, под которым с Луны виден экваториальный радиус Земли) = $57'$ (приблизительно 1°).

Среднее расстояние Луны от Земли $384\,400 \text{ км}$ = 30 земных диаметров; наименьшее — $356\,400 \text{ км}$, наибольшее — $406\,670 \text{ км}$. Луч света проходит это расстояние за 1,3 сек. Средний угловой диаметр Луны = $31'5''$; наименьший = $29'21''$, наибольший = $33'30''$; линейный диаметр = 3476 км = 0,27 диаметра Земли; поверхность Луны = 0,07 земной (меньше земной в 14 раз); объем = 0,02 земного (в 50 раз меньше объема Земли); масса = $\frac{1}{81}$ земной; наклонение лунной орбиты к эклиптике = около 5° ; средняя скорость на орбите = около 1 км/сек ; видимое

смещение на фоне звезд = $13^{\circ}11'$ за сутки, около $0^{\circ},5$ за час.

Синодический месяц (промежуток времени между двумя одноименными последовательными фазами Луны) = 29,5 суток (в среднем).

Сидерический месяц (время обращения Луны вокруг Земли) = 27,3 суток (в среднем).

7. Основные фазы Луны

Все фазы, которые имеет Луна в тот или иной момент, обычно определяют временем, протекшим от предшествующего новолуния (например: Луна в возрасте 25 часов, 5 суток, 10,5 суток и т. п.).

Новолуние. Фаза 0,0. Возраст Луны — 0 ч. 0 мин. 0 сек. Луна находится в стороне Солнца и с Земли не видна, если только не проектируется на диск Солнца, загораживая его при затмении; начинается «рост» Луны.

Первая четверть. Фаза 0,5. Возраст Луны — около 7,4 суток. Луна находится восточнее Солнца; угол между направлениями с Земли на нее и на Солнце составляет 90° ; Солнце освещает Луну справа. Выпуклость полудиска Луны обращена к западу (вправо). Левая сторона полудиска имеет вид прямой линии. Луна в первой четверти бывает при заходе Солнца в южной стороне и заходит вблизи полуночи; она продолжает «расти».

Полнолуние. Фаза 1,0. Возраст Луны около 14,8 суток. Луна противостоит Солнцу; Солнце освещает все обращенное к Земле полушарие Луны. Полная Луна восходит с заходом Солнца, видна всю ночь и заходит с восходом Солнца; начинается убывание Луны.

Последняя четверть. Фаза 0,5. Возраст Луны — около 22,0 суток. Луна находится западнее Солнца; угол между направлениями на нее и на Солнце составляет 90° . Солнце освещает Луну слева. Выпуклость полудиска Луны обращена к востоку (влево). Луна в последней четверти восходит около полуночи и к концу ночи уходит в южную сторону неба, достигая к восходу Солнца наивысшего положения над горизонтом за данные сутки. Луна продолжает убывать, вскоре становится серповидной и вновь приходит в соединение с Солнцем (новолуние).

8. Видимость созвездий в средней полосе СССР

Название	Проходит через меридиан около местной полуночи	Видно целиком только после полуночи	Видно целиком всю ночь	Не видно совсем	Видно целиком только в ве- черние часы
Андромеда	в октябре (близ зени- та) и в апреле (в се- верной стороне)	с августа	осенью	частично незаходящее; в марте — мае лишь северная часть его ос- тается над горизонтом в мае — июле	с февраля в апреле
Близнецы	в январе	с сентября	зимой	незаходящее	
Большая Мед- ведица	в марте (близ зенита) и в сентябре—октябре (на севере)	с октября с января до марта	зимой в мае — июне	в мае — июле в сентябре — ноябре	с апреля с июля до августа с декабря
Большой Пес Весы	в январе	с июня	в сентябре	в январе — марте	
Водолей	в сентябре	с октября	в декабре — январе	частично незаходящее; в июне—августе лишь северная часть его ос- тается над горизонтом	
Возничий	в январе (на юге) и в июне (на севере)			частично незаходящее; в октябре—ноябре лишь северная часть его остаётся над горизонтом	
Волопас	в конце апреля (на юге) и в конце октяб- ря (на севере)	с января	в мае	в сентябре — ноябре в ноябре	с июня с июля с сентября
Волосы Вероники	в апреле	с декабря	в апреле	частично незаходящее; в ноябре — декабре лишь часть его подни- мается над горизонтом	
Ворон	в апреле	с декабря	в апреле		
Геркулес	в декабре (на севере) и в июне (на юге)	с марта	в июне		

Гончие Псы	в апреле (на юге) и в октябре (на севере)	с декабря	в апреле	частично незаходящее; в сентябре — ноябре это созвездие почти целиком находится над горизонтом при ниж- ней кульминации его звезд	с июня
Лева Дельфин	в апреле в августе	с декабря с мая	в апреле — мае в августе — сентябре	в августе — октябре в январе — марте	с июня с декабря
Дракон	в мае — июле (близ зенита), в октябре — декабре (на севере)		незаходящее		
Жираф	в январе (близ зени- та) и в июле (на се- вере)		незаходящее		
Змееносец Змея	в июне — июле в мае (западная часть) и в июне (во- сточная часть)	с марта с марта	в июне — июле в мае — июне	в декабре — январе в октябре — декабре	с сентября с сентября
Кассиопея	в апреле (на севере) и в октябре (близ зе- нита)		незаходящее		
Кит	в октябре — ноябре	в ноябре — декабре	в октябре	в марте — мае	с января
Козерог	в августе	с июня	в августе — сентябре	в январе — марте	с декабря
Лебедь	в августе (на юге) и в феврале (на севере)	с мая	в августе — сентябре	частично незаходящее; наиболее заметные его звезды видны и в ниж- ней кульминации	с декабря
Лев	в феврале — марте	с ноября	в марте — ап- реле	в июле — сентябре	с мая

Название	Проходит через меридиан около местной полуночи	Видно целиком только после полуночи	Видно целиком всю ночь	Не видно совсем	Видно целиком только в ве- черние часы
Лира	в июле (на юге) и в январе (на севере)				
Малая Медве- дица	в мае (близ зенита)				
Малый Пес	в январе	с октября	в феврале	в мае — августе	с апреля
Овен	в ноябре	с сентября	в ноябре	в марте — мае	с февраля
Орел	в августе	с мая	в августе	в декабре — феврале	с ноября
Орион	в декабре	с сентября	в январе	в мае — июне	с апреля
Пегас	в сентябре	с июля	в сентябре — октябре	в январе — марте	с января
Персей	в ноябре (на юге) и в мае (на севере)	с августа	в декабре	частично незаходящее; за горизонт опускает- ся лишь самая юж- ная часть созвездия	с марта
Рак	в феврале	с октября	в феврале	в июле — сентябре	с мая
Рыбы	в октябре	с июля	в октябре	в феврале — апреле	с января
Северная Ко- рона	в мае	с января	в июне	в октябре — декабре	с июля
Скорпион	в июне	с февраля	в июле	в октябре — декабре	с сентября
Стрелец	в июле	с марта	в июле	в ноябре — январе	с октября
Телец	в декабре	с сентября	в декабре — январе	в апреле — июне	с марта
Цефей	в сентябре (близ зе- нита) и в марте (на севере)			незаходящее	

9. Продолжительность дня на разных широтах

В календарях (численниках) приводятся сведения о моментах восхода и захода Солнца и о продолжительности дня. Но эти данные приводятся лишь для одного какого-нибудь пункта, обычно для Москвы. Но в разных пунктах в зависимости от географической широты восход и заход Солнца в одни и те же дни года происходят в разные моменты. Различна и продолжительность дня в одни и те же дни в пунктах с разной широтой.

Кроме того, время, по которому живет данный пункт (поясное плюс один декретный час), может очень отличаться от местного солнечного. Для примера: в Калининграде местное среднее время меньше декретного на 1 час. 38 мин., в Петропавловске-на-Камчатке — на 1 час. 25 мин., в Красноводске — на 1 час. 28 мин., в Кемерове — на 1 час. 16 мин.

За совершенно редкими исключениями, обычно нет никакой надобности точно вычислять моменты восхода и захода Солнца в том или ином пункте. Но в ряде случаев очень полезно и даже необходимо знать именно в данном пункте продолжительность дня, а также время восхода и захода Солнца в различные месяцы года. Такие сведения хотелось бы иметь без хлопотливой вычислительной работы и, конечно, не обязательно очень точные. Этим целям и служит приводимая здесь таблица.

В этой таблице указаны моменты восхода и захода Солнца, а также продолжительность дня в южных местностях СССР (широта около 45°), в средней полосе (широта около 55°) и в северных местностях (широта около 65°). Промежутки времени между датами избраны в половину календарного месяца (начало и середина каждого месяца), а самые моменты и периоды в ряде случаев округлены до пяти минут. Эта точность может удовлетворить даже очень строгие требования.

Для других дней месяцев можно проводить интерполирование, деля разность моментов времени в двух соседних датах на число дней от одной даты до другой (округленно 15) и умножая полученное частное на количество дней между табличной и нужной нам

Продолжительность дня

(Моменты восхода и захода Солнца указаны по местному времени)

Даты	В южных местностях (широта около 45°)			В средних широтах (около 55°)				В северных местностях (широта около 65°)		
	восход, час. мин.	заход, час. мин.	продолж. дня	восход, час. мин.	заход, час. мин.	продолж. дня	час. мин.	восход, час. мин.	заход, час. мин.	продолж. дня
Начало января . . .	7 40	16 30	8 50	8 25	15 40	7 15		10 10	14 00	3 50
Середина января . .	7 35	16 45	9 10	8 20	16 00	7 40		9 40	14 40	5 00
Начало февраля . .	7 20	17 05	9 45	7 55	16 30	8 35		8 55	15 35	6 40
Середина февраля .	7 00	17 25	10 25	7 25	17 05	9 40		8 05	16 25	8 20
Начало марта . . .	6 25	17 45	11 20	6 55	17 35	10 40		7 15	17 15	10 00
21 марта	5 59	18 10	12 11	6 01	18 15	12 14		6 02	18 22	12 20
Начало апреля . . .	5 40	18 25	12 45	5 35	18 30	12 55		4 50	19 00	14 10
Середина апреля . .	5 15	18 45	13 30	5 00	19 05	14 05		4 10	19 45	15 35
Начало мая	4 55	19 05	14 10	4 20	19 35	15 15		3 30	20 30	17 00
Середина мая	4 35	19 25	14 50	3 50	20 05	16 15		2 30	21 20	18 50

Начало июня	4 15	19 35	15 20	3 25	20 30	17 05	1 40	22 15	20 35
22 июня	4 13	19 50	15 37	3 18	20 46	17 28	1 00	23 03	22 03
Начало июля	4 15	19 50	15 35	3 20	20 45	17 25	1 15	22 50	21 35
Середина июля	4 25	19 45	15 20	3 30	20 30	17 00	1 55	22 15	20 20
Начало августа	4 45	19 30	14 45	4 05	20 05	16 00	2 50	21 20	18 30
Середина августа	5 00	19 10	14 10	4 30	19 35	15 05	3 40	20 30	16 50
Начало сентября	5 25	18 45	13 20	5 00	18 55	13 55	4 30	19 30	15 00
23 сентября	5 47	17 57	12 10	5 45	17 58	12 13	5 43	18 00	12 17
Начало октября	5 55	17 40	11 45	6 00	17 40	11 40	6 10	17 20	11 10
Середина октября	6 15	17 10	10 55	6 30	17 05	10 35	7 00	16 35	9 35
Начало ноября	6 35	16 50	10 15	7 00	16 20	9 20	7 45	15 40	7 55
Середина ноября	6 55	16 25	9 30	7 30	15 55	8 25	8 40	15 00	6 20
Начало декабря	7 15	16 20	9 05	8 00	15 35	7 35	9 30	14 15	4 45
22 декабря	7 30	16 20	8 50	8 26	15 28	7 02	10 12	13 45	3 33

датою. Равным образом можно провести интерполирование и на промежуточные широты, деля разность на 10° и умножая частное на число градусов, отличающее широту нашего пункта от табличной.

В таблице сделано отступление для четырех основных моментов года: для равноденствий и солнцестояний данные приводятся на двадцатые числа марта, июня, сентября и декабря.

Не следует забывать, что светлое время суток увеличивается за счет сумерек, продолжительность которых также различна в разные дни года и на разных широтах.

ЛИТЕРАТУРА

а) Общие вопросы астрономии

Попов П. И., Баев К. Л., Воронцов-Вельяминов Б. А., Куницкий Р. В., Астрономия. Учебник для физико-математических факультетов педагогических институтов, изд. 4-е, Учпедгиз, 1959; изд. 5-е, Изд-во «Просвещение», 1964.

Воронцов-Вельяминов Б. А., Астрономия. Учебник для 10 класса средней школы, изд. 18-е, Изд-во «Просвещение», 1964.

Шишаков В. А., Небо и небесные явления, Воениздат, 1951.

Баев К. Л. и Шишаков В. А., Начатки миропведения, изд. 6-е, Физматгиз, 1959.

б) Справочные пособия и руководства

Попов П. И., Общедоступная практическая астрономия, изд. 4-е, Физматгиз, 1958.

Куликовский П. Г., Справочник любителя астрономии, Физматгиз, 1961.

Цесевич В. П., Что и как наблюдать на небе, изд. 3-е, Физматгиз, 1963.

Набоков М. Е., Астрономические наблюдения с биноклем, Гостехиздат, 1948.

Зигель Ф. Ю., Сокровища звездного неба (путеводитель по созвездиям), Изд-во «Наука», 1964.

«Астрономический календарь». Ежегодное издание. Всесоюзное астрономо-геодезическое общество, Изд-во «Наука».

«Школьный астрономический календарь». Ежегодное издание, Изд-во «Просвещение».

в) Инструкции для наблюдений

Солнца, Луны, лунных затмений, планет, комет, метеоров, переменных звезд, покрытий звезд Луной, искусственных спутников Земли, полярных сияний, серебристых облаков, атмосферного режима, а также для поисков и сбора метеоритов.

(Все изданы Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом в Изд-ве АН СССР, а также помещены в «Астрономическом календаре» Всесоюзного астрономо-геодезического общества, Постоянная часть, Физматгиз, 1962).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава первая. Телескоп	5
1. Чему служат телескопы	5
2. Будем изготовлять телескоп-рефрактор	5
3. Объектив телескопа	6
4. Стекла для объектива	8
5. Окуляр	9
6. Материалы для трубы	10
7. Окулярная трубка	11
8. Главная труба	12
9. Как вставить объектив	13
10. Если очковое стекло не круглое	14
11. Опробование телескопа и его наводка	15
Глава вторая. Гелиоскоп	18
1. Назначение гелиоскопа	18
2. Стекла для гелиоскопа	19
3. Трубки гелиоскопа	21
4. Плоское зеркальце	22
5. Сборка и регулировка гелиоскопа	23
6. Гелиостат	25
Глава третья. Установки телескопов	27
1. Штативы	27
2. Штатив для бинокля	32
3. Экваториальная установка телескопа	32
Глава четвертая. Устройства для фотографирования небесных светил и явлений	39
1. Подставка для фотоаппарата	39
2. Искатель для фотоаппарата	40
3. Приборы для фотографирования Солнца и Луны	42
4. Самодельный астрограф	45
Глава пятая. Астрономическая площадка и ее оборудование	52
1. Место для площадки	52
2. Определение полуденной линии	54
3. Определение географической широты пункта	55
4. Приборы для измерения высоты Солнца	56

5. Высотомеры и угломеры	61
6. Универсальный инструмент	64
7. Глобус — указатель солнечного времени	68
8. Экваториальные солнечные часы	69
9. Горизонтальные солнечные часы	71
10. Планшет	73
Глава шестая. Наблюдения	74
1. Что, когда и как наблюдать	74
2. Астрономические справочники и инструкции	75
3. Азбука звездного неба	75
4. Подвижная карта звездного неба	80
5. Условия видимости Луны	82
6. Наблюдения Луны	83
7. Наблюдения Солнца	85
8. Наблюдения затмений Солнца и Луны	87
9. Наблюдения планет	91
10. Особенности наблюдений Венеры	95
Глава седьмая. Фотографирование небесных светил	98
1. Общие указания	98
2. Фотографирование Солнца и Луны	99
3. Фотографирование метеоров и искусственных спутников Земли	101
4. Фотографирование звездного неба	102
5. Хранение и изучение снимков неба	105
Глава восьмая. Справочные материалы	107
1. Элементы сферической астрономии	107
2. О счете времени	109
3. Некоторые постоянные величины	111
4. Основные сведения о Земле	111
5. Основные сведения о Солнце	112
6. Основные сведения о Луне	112
7. Основные фазы Луны	113
8. Видимость созвездий в средней полосе СССР	114
9. Продолжительность дня на разных широтах	117
Литература	121

*Новиков Игорь Дмитриевич,
Шишаков Виталий Алексеевич*

Самодельные астрономические инструменты
и наблюдения с ними

М., 1965 г., 124 стр. с илл.

Редактор *Г. С. Куликов*
Техн. редактор *Л. А. Пыжова*
Корректор *О. А. Сигал*

Слано в набор 13/X 1964 г. Подписано к печати
30/XII 1964 г. Бумага 48×180/32. Физ. печ. л. 4,22.
Усл. печ. л. 6,92. Уч.-изд. л. 6,01. Тираж 16000 экз.
Т- 17099. Цена книги 19 к. Заказ № 768.

Издательство «Наука»
Главная редакция
физико-математической литературы
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ленинградская типография № 2
имени Евгении Соколовой
Главполиграфпрома
Государственного комитета
Совета Министров СССР по печати.
Измайловский проспект, 29.

Цена 19 коп.

Взглянув ясным, безоблачным вечером на звездное небо, трудно оторвать от него взгляд. Появляется желание узнать побольше о звездах и других небесных светилах, хочется поближе «познакомиться» с планетами: разве не интересно увидеть на «знакомом» диске Луны новые подробности, воочию убедиться в существовании спутников Юпитера—тех, которые открыл Галилей при помощи первого в мире телескопа.

Описываемые в этой книге самодельные инструменты помогут любознательному читателю научиться делать телескоп не хуже галилеевского, гелиоскоп, астрограф. Хотя эти инструменты не могут идти ни в какое сравнение с настоящими, они дадут возможность проникнуть в некоторые тайны неба, фотографировать звезды, планеты, затмения. Научившись делать эти инструменты, можно перейти к постройке более совершенных, позволяющих вести научные наблюдения,—в этом читателю помогут другие книги.